



ВИНАХІДНИК і передплатний індекс 06731 РАЦІОНАЛІЗАТОР НАУКА І ТЕХНІКА №2 2013 р.



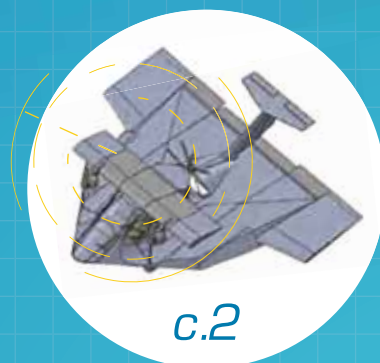
**На здобуття Державної премії
України в галузі науки і техніки**

Український літак Ан-148 *с.12*

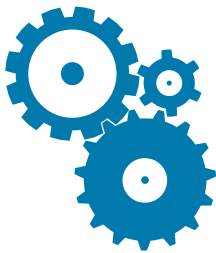
Аеромобіль сьогодні?

Еволюція Всесвіту *с.26*

Прилади та засоби
для діагностики та магнітної
нанотерапії раку *с.32*



с.2



ВИНАХІДНИК і РАЦІОНАЛІЗАТОР НАУКА І ТЕХНІКА

передплатний індекс 06731

№2 2013 р.

Науково — популярний журнал
«Винахідник і Рационалізатор»
№2 2013 р.

ЗМІСТ

Засновник журналу:
Українська Академія Наук
Зареєстровано:
Державним комітетом інформаційної
політики, телебачення та
радіомовлення України

Свідцтво
Серія KB №4278 від 31.07.1997 р.
Голова редакційної ради
О.Ф. ОНІПКО,
доктор технічних наук.
Головний редактор С.Г. ДЕНИСЕНКО,
член — кореспондент УАН.
Арт редактор Н.М. АЛБ-РІФАІ

Редакційна рада:
Борисевич В.К. д.т.н.;
Булгач В.Л. к.т.н.;
Вербицький А.Г. к.т.н.;
Висоцький Г.В.; Гончаренко М.Ф.;
Демчишин А.В. д.т.н.;
Корнєєв Д.І. д.т.н.; Коробко Б.П. к.т.н.;
Кривуца В.Г. д.т.н.;
Лівінський О.М. д.т.н.; Синицин А.Г.;
Ситник М.П. д.т.н.; Стогній В.С. к.т.н.;
Топчев М.Д.; Федоренко В.Г. д.е.н.;
Черевко О.І. д.е.н.;
Черепов С.В. к.ф. — м.н.;
Якименко Ю.І. д.т.н.

Видається за інформаційної підтримки
Державного департаменту
інтелектуальної власності,
ДП «Український інститут
промислової власності»

Погляди авторів публікацій не завжди
збігаються з точкою зору редакції.

Матеріали друкуються
мовою оригіналу.

Відповідальність за зміст реклами
несе рекламодавець.

Редакція не несе відповідальності
за точність надрукованої
інформації, а також за можливі
наслідки, пов'язані з нею.

Матеріали, які надійшли до редакції,
не повертаються.

Формат 60x84/8.

Ум. — друк. арк 4,65.

Наклад 3 700 прим.

Адреса редакції:
03142, м.Київ, вул. Семашка, 13
Електронна пошта: vinahid@ukr.net
Тел.: +38 (044) 424 — 51 — 81
+38 (095) 769 — 75 — 65
Друкарня ТОВ «ДКС — Центр».
Тел.: 467 — 65 — 28.

АЕРОМОБІЛІ

Е.Ф. Драчко

- 2 С аэромобилем в будущее

НОВИНИ НАУКИ І ТЕХНІКИ

- 8 Електромобіль побив всі рекорди безпеки у краш — тестах

- 9 Уоуагер 1 — покинув сонячну систему

- 10 Війна світів: як колорадський жук дурить захисну систему рослин

НА ЗДОБУТТЯ ДЕРЖАВНОЇ ПРЕМІЇ УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ НАУКИ І ТЕХНІКИ

Є.Т. Асильський, В.Д. Іньков, В.П. Іщук, В.О. Кудрявцев, М.С. Подгребельний,
П.В. Потапенко, Г.Б. Проценко, А.С. Сидоров, С.І. Федоров, О.В. Філічев

- 12 Розробка, побудова та впровадження в експлуатацію літака Ан — 148 — 100

Бешта О.С., Грінцов В.Г., Дрібан В.О., Канін В.О., Пашковський П.С.,
Самуся В.І., Смолянов С.М., Старіков Г.П., Фельдман Е.П., Шнейр В.Р.

- 20 Забезпечення техногенної та екологічної безпеки при розробці вуглегазових родовищ (теорія і практика)

Берцук П.П., Вавилова І.Б., Караченцева В.Ю., Павленко Я.В., Пілюгін А.С.,
Жданов В.І., Жук О.І., Мінаков А.О., Новосядлий Б.С., Пелих В.О.

- 26 Будова та еволюція Всесвіту на галактичних та космологічних масштабах, прихована маса і темна енергія: теоретичні моделі та спостережні результати

Баранник Є. О., Литвиненко С. В., Марусенко А. І., Орел В. Е., Щепотін І. Б.,
Щепотін І. Б., Щепотін І. Б.

- 32 Прилади та засоби для діагностики та магнітної нанотерапії раку

А.Ф. Петровски

- 38 «Сучасні технології в будівництві» Учебник нового поколения.

С АЭРОМОБИЛЕМ В БУДУЩЕЕ

Драчко Евгений
Фёдорович, к.т.н.
Основное направление
деятельности – создание
инновационных роторных
двигателей для общего
применения



Как известно, «ничто не ново под луной». Идея «летающих автомобилей» стара как мир. Энтузиасты давно ищут пути её реализации. Однако понимание этой идеи до сих пор у всех разное. Одним достаточно взлетать с аэродромов, другие же считают вертикальный взлёт обязательным качеством. Но они едины в одном – «летающие автомобили» должны ездить по обычным дорогам в общем потоке автомобилей. Давайте для краткости далее называть их «аэромобилями».

А нужны ли вообще эти аэромобили сегодня для повседневного использования? Да, нужны тем людям, которым приходится ежедневно ездить на работу в город. Они нужны

бизнесменам для расширения мобильных возможностей в интересах развития своего бизнеса. В конце концов, они нужны тем, кто не хочет уныло терять своё время и деньги в автомобильных пробках, быть привязанным к дорогам, развязкам, мостам, аэропортам и расписанию рейсов, наличию билетов и т.д. Самое большое достижение демократии – свобода личности – не должна ограничиваться её мобильными возможностями. Т.е. создание общедоступных аэромобилей является решением существующих не только научно – технических и экономических, но и социальных проблем.

История знает множество попыток решения этих про –



Рис.1. «Изделие 181» фирмы АНТК им.О.Антонова, г.Киев

блем, но это отдельная большая и интересная тема. Для нас особый интерес представляет «Проект 181», который выполнялся в АНТК им.О.Антонова, г.Киев, в конце 80 — х годов (Рис.1). Это уникальный 2 — местный самолёт короткого взлёта и посадки (взлётно — посадочный пробег до 50 метров, взлётно — посадочная скорость до 50 км/ч) с крылом арочной конструкции и чешским двигателем фирмы LOMO мог, возможно, стать прототипом аэромобилей украинской разработки. К сожалению, этот полностью готовый к испытаниям самолёт так и не взлетел по причине отсутствия Заказчика в связи с распадом СССР. Сейчас он находится в Киеве в музее авиации.

На сегодняшний день наиболее известными и значимыми проектами по аэромобилям являются:

— PAL — V (<http://pal-v.com>). Это голландский 2 — местный летающий мотоцикл — автожир, который испытан в полёте и готовится к серийному производству.

— Проект «Transition» фирмы TERRAFUGIA, США (<http://www.terrafugia.com>). Этот летающий автомобиль испытан в полёте и готовится к серийному производству.

Ряд проектов по программе Transformer (TX) Министерства Обороны США (DARPA)

— Проекты фирмы Moller International, США. Эта фирма подписала с инновационной госструктурой Китая меморандум о намерениях сотрудничества на сумму \$13 миллиардов.

Есть 2 основные очевидные проблемы, которые должны быть решены для создания «настоящих летающих авто» с вертикальным, коротким взлётом и посадкой:

а) научно — техническая: необходимо в одной конструкции совместить:

— компактные габариты (ширина не более 2,45 м) для выполнения требований движения по дорогам;

— вертикальный / короткий взлёт и посадка с площадок по размерам не более вертолётных, т.е. длиной не более 50 м;

— скорость свободного полёта должна быть на уровне самолёта, т.е. в 2÷3 раза больше скорости лёгких вертолётов;

б) экономическая: необходимо чтобы их рыночная стоимость и эксплуатационные затраты были соизмеримы с затратами на автомобили люкс — класса.

Целая армия конструкторов — любителей и настоящих

профессионалов ищут и предлагают свои варианты действующих образцов аэромобилей как доказательство их практического решения. Но к сожалению, это пока только не более чем варианты путей приближения к созданию общедоступных аэромобилей для повседневного их бытового использования.

А проблемой, которая неочевидна для любителей, но хорошо известна профессионалам, является факт отсутствия пригодных для аэромобилей двигателей:

— поршневые ДВС слишком тяжелы, громоздки и слабы по удельной мощности;

— роторно — поршневые двигатели (известные как РПД Ф.Ванкеля) так пока и не получили общего признания, потому что имеют проблемы с ресурсом и экологией;

— газотурбинные двигатели малой мощности (менее 800 л.с.) в 3÷5 раз дороже поршневых и при равной с ними мощности потребляют в 2÷3 раза больше топлива. К тому же они чрезвычайно шумные, а их мощный выхлоп горячих газов опасен для окружающих людей и предметов.

Именно в силу необходимости первоочередного решения проблемы двигателей для создания аэромобилей, Научно — производственная компания

«ТехноРесурс — Моторс», г.Киев, посвятила более 20 лет своей интенсивной работы. Её результатом является разработка принципиально новой технологии роторно — лопастных двигателей «ТурбоМотор». Эта технология обеспечивает (Рис.2):

1. 4 — тактный рабочий процесс с возможностью работы по различным циклам:

а) Отто (внешнее смесеобразование и электроискровое зажигание);

б) Дизеля (внутреннее смесеобразование с воспламенением от сжатия);

в) известный специалист ДиезОтто — процесс (по терминологии фирмы «Мерседес — Бенц» и HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition) по терминологии фирмы «Дженерал — Моторс») с компрессионным воспламенением без фронта распространения пламени;

г) Сплит — процесс (Split — process — по нашей терминологии) с воспламенением от форкамеры;

1.Возможность работы практически на любом жидком или газообразном топливе (в зависимости от применяемого цикла);

2.Удельное потребление топлива не хуже дизельного (за счёт меньших внутренних потерь на трение);

3.Удельная весовая мощность на уровне газотурбинных

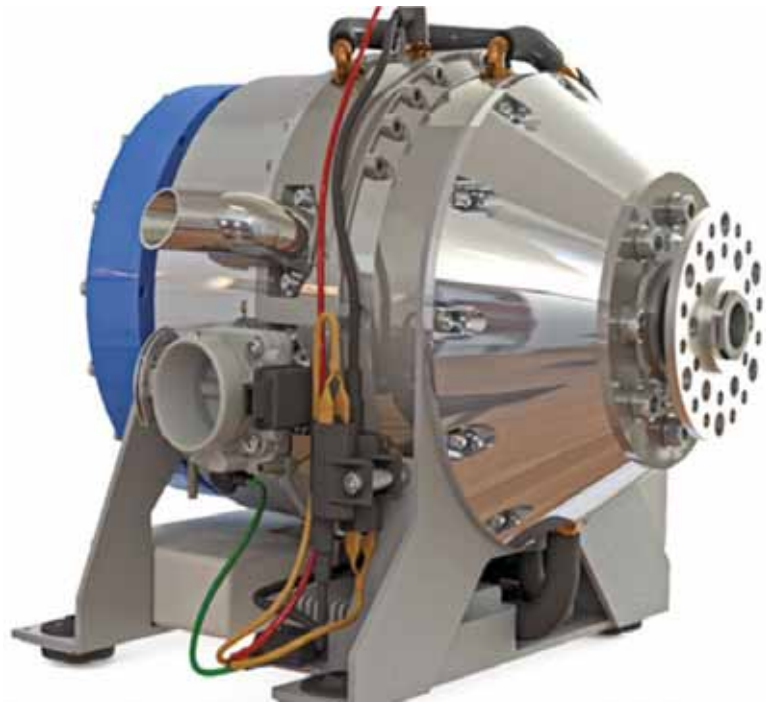


Рис.2. «ТурбоМотор» 200 л.с. для авиационного применения

двигателей (≈ 0.2 кг/л.с. или ≈ 5 л.с./кг);

4.Габариты в 2÷3 раза меньше поршневых и газотурбинных двигателей;

5.Экобезопасность эксплуатации полностью удовлетворяет существующим и перспективным требованиям (при работе по циклу ДиезОтто);

6.Стоимость изготовления в 2,5÷3 раза меньше поршневых двигателей и в 10 раз меньше газотурбинных;

7.Идеальное сопряжение с электрогенераторами (стартер/генераторами) в гибридных электросиловых установках.

Технология «ТурбоМотор» имеет международную патентную защиту по РСТ — процедуре. В настоящее время продолжается процедура её патентования. На эту техно-

логию уже получены: 3 украинских, 2 американских и 1 российский патенты, а также продолжается процедура её дальнейшего международного патентования, включая страны ЕС. Уже есть хорошо отработанная типовая конструкция этого роторного двигателя для различной мощности — от 40 до 450 л.с. Уровень готовности технологии «ТурбоМотор» (согласно международному стандарту EN 9100:2009) составляет 30÷35%. Сравнительная технико — экономическая оценка с ближайшей конкурирующей американской технологией «ОРОС — engine» (Оппозитно — Поршневой Оппозитно — Цилиндровый двигатель) показывает неоспоримые преимущества «ТурбоМотора». Внешний вид «ТурбоМотора» с мощностью 200 л.с. для авиационного

применения показан на Рис.2. Наиболее наглядно ознакомиться с принципами работы «ТурбоМотора» можно в сети Internet по адресу: <http://www.youtube.com/watch?v=1prL84AOXTw&feature=youtu.be>

Мы полагаем, что именно двигатели «ТурбоМотор» являются ключевым компонентом при создании будущих общедоступных аэромобилей, т.к. они наиболее полно соответствуют всем современным требованиям к двигателям внутреннего сгорания, включая работу в составе гибридных силовых установок. Естественно, облик аэромобилей будет зависеть от их функционального назначения. Здесь мы хотим показать наше представление и его понимание для двух вариантов: скоростного для деловых людей и многофункционального для специального применения, например, службами МЧС, милиции, погранвойск.

Скоростной 4 – местный аэромобиль схематично показан в полётной (Рис.3а) и в дорожно – транспортной конфигурации (Рис.3 б, с приподнятым фонарём кабины). Он имеет центральный несущий корпус (в аэродинамическом и прочностном смысле) с кабиной на 4 места, который оснащается 4 вентиляторами и 2 – я роторными двигателями «ТурбоМотор» с мощностью от 200 до 300 л.с. каждый. Двигатели раз-

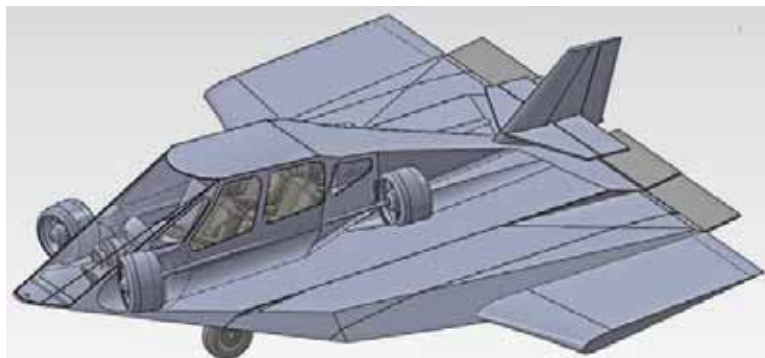


Рис.3а. Скоростной аэромобиль в полётной конфигурации

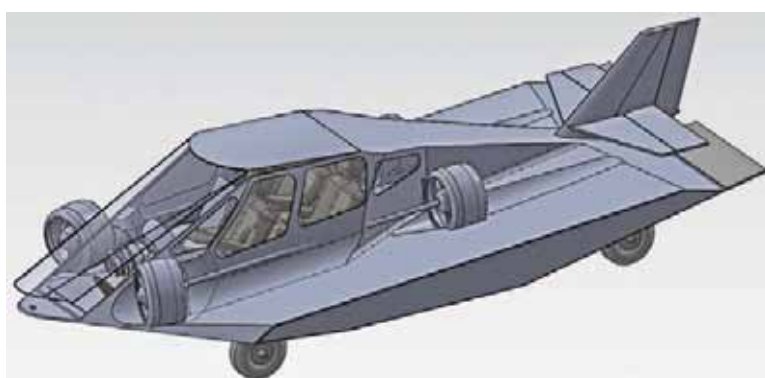


Рис.3б. Скоростной аэромобиль в дорожной конфигурации (фонарь кабины приподнят)

мещаются в корпусе рядом с передними вентиляторами и имеют простейшую ременную трансмиссию к передним вентиляторам. Задние и передние вентиляторы сосны и соединены трансмиссионным валом. При этом внешние кожухи передних вентиляторов развёрнуты на ≈ 15 градусов относительно оси корпуса для равномерного обдува его поверхности. Передняя кромка корпуса аэромобиля имеет стреловидность ≈ 45 градусов для безопасности полётов с большими углами атаки на малых скоростях при взлёте и посадке. Рули высоты и направления находятся в потоке воздуха от задних вентиляторов для обеспечения их эффективности при полёте

на малых скоростях. По крену аэромобиль управляется электронами, которые установлены на боковых секциях. Высокая энерговооружённость такого аэромобиля позволяет ему осуществлять взлёт с мало-размерных площадок и лететь со скоростью до 500 км/ч. Для перевода в транспортное положение боковые секции, а также правая и левая консоли крыла вдвигаются в корпус (Рис.3б). Наибольшая скорость передвижения аэромобиля по дорогам не должна превышать 100 км/ч благодаря полному приводу колёс, который осуществляется встроенными в их ступицу электромоторами.

Многофункциональный аэромобиль схематично показан

на Рис.4а,б,в. Его многофункциональность заключается в возможности взлёта и посадки на малоразмерные специально неподготовленные площадки, поездок по дорожно — транспортной сети и парковке на обычных автостоянках, движения по бездорожью (травяной покров, пашня, песок, снежный покров), а также водоизмещающее плавание по акватории со взлётом и посадкой на неё. Такой аэромобиль оснащается одной роторно — гибридной силовой установкой мощностью 400 л.с. Он имеет два передних тянущих винта с приводом от электродвигателей мощностью по 100 л.с. и с питанием от роторно — гибридной установки. Задний движитель имеет 2 соосных винта противоположного направления вращения для обеспечения эффективной работы рулей высоты и направления на малых скоростях при больших углах атаки. Особенностью конструкции такого аэромобиля является наличие сквозного канала, соединяющего верхнюю и нижнюю части корпуса, который оснащен управляемым дефлектором. Дефлектор при полёте в опущенном положении полностью перекрывает сквозной канал, обеспечивая этим наибольшую подъёмную силу несущего корпуса. А в случае необходимости передвижения аэромобиля по бездорожью дефлектор поднимается и направляет часть воздушного потока под

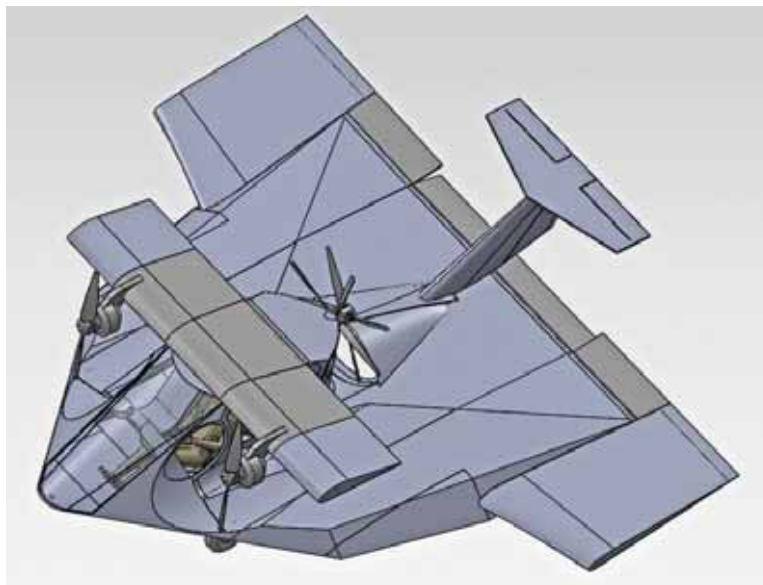


Рис.4а. Многофункциональный АэроМобиль в полётной конфигурации

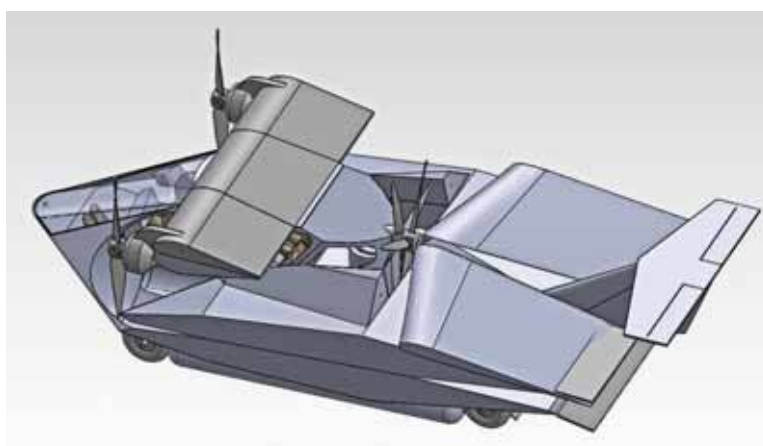


Рис.4б. Многофункциональный АэроМобиль в дорожной конфигурации

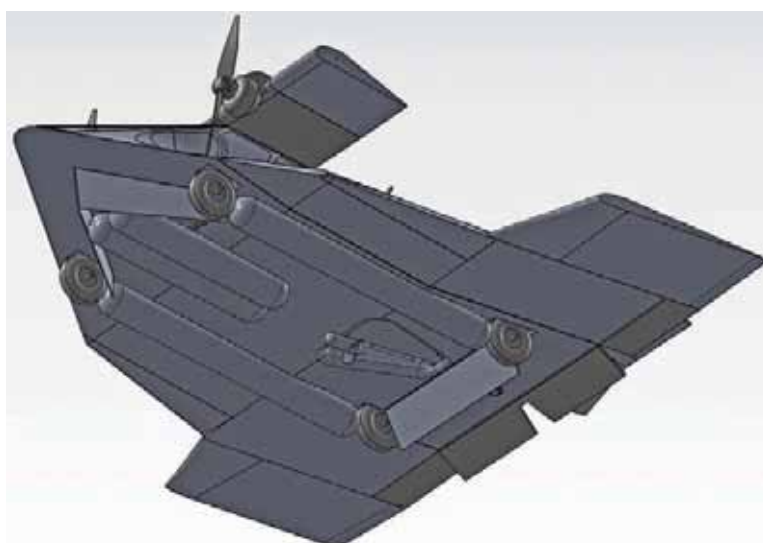


Рис.4в. Вид снизу на полётную конфигурацию аэромобиля



Рис.5. Самый экономичный в мире композитный 4-местный VLC фирмы "Edison2", США

днище аэромобиля (см.Рис.4в). Этим обеспечивается эффект «воздушной подушки» вблизи поверхности земли. Этот эффект усиливается бортами, которые установлены по периметру днища аэромобиля. Для придания дополнительного качества водоизмещающего плавания боковые борта целесообразно делать в виде надувных баллонов. Скоростное движение аэромобиля по акватории обеспечивается воздушными винтами, а маневрирование и швартовка на малой скорости осуществляется посредством выдвижного водяного винта. При полёте плоские борта прижимаются приводами к днищу, а из баллонов выпускается сжатый воздух и они прячутся в свои ниши на днище, также как и водяной винт. Перевод аэромобиля в транспортное положение осуществляется укладкой боковых секций и консолей крыла на несущий корпус (в отличие от предыдущего варианта).

В основу изготовления несущего корпуса(фюзеляжа) аэромобиля можно взять проверенные на практике достаточно простые технологии, которые предложены известным среди специалистов авиатором Барнаби С. Вайфен (а NASA aerodynamicist Barnaby Sam Wainfan), США, в частности при создании его самолёта «FASETMOBILE FMX – 4/5». Частично эти технологии описаны в отчёте: NASA LARC NAG – 1 – 03054 «Feasibility Study of the Low Aspect Ratio All All – Lifting Configuration as a Low – Cost Personal Aircraft», Barnaby Wainfan and Hans Neiubert, February 2004, accessed Oct 24, 2006 (<http://www.wainfan.com/pavreport.pdf>). Кстати, сейчас сам Барнаби С. Вайфен входит в команду специалистов фирмы "Edison2", США, которые создали самый экономичный в мире 4 – местный автомобиль VLC (Very Light Car – Очень Лёгкий Автомобиль) с использованием композитов Рис.5). Действительно, он настолько лёгкий, что на видео известная американская телеведущая без труда сталкивает его с места одним указательным

пальцем. За разработку этого уникального по экономичности автомобиля они получили приз в \$5 миллионов. Основателем фирмы "Edison2" является Оливер Кютнер, который будучи в Киеве поселил Украинскую Академию Наук. Её президент ак.А.Ф.Онипко показал ему макет «Турбо-Мотора», который удивил его простотой и эффективностью конструкции. Однако О.Кютнер заметил, что проект аэромобиля слишком масштабен для его небольшой фирмы. В Киев же О.Кютнер приехал в поисках размещения своих заказов на серийное изготовление очень лёгких композитных комплектующих для своих VLC. Кстати, композитные технологии VLC оптимальны для аэромобилей.

P.S. Появление в повседневном пользовании аэромобилей в ближайшем будущем — это всего лишь вопрос времени. В этом можно убедиться, посмотрев видео по адресу: http://russia2.tv/video/show/brand_id/9818/video_id/246618/viewtype/picture Но уже сейчас очевидно, что тот, кто первый займёт эту пока ещё не освоенную нишу рынка аэромобилей — соберёт очень щедрый урожай. Всё очень просто, потому что технологическое ЗНАНИЕ сейчас стало ведущей производительной силой. И мы имеем это ЗНАНИЕ, чтобы сделать настоящие «летающие авто» с вертикальным / коротким взлётом и посадкой. Проблема в источниках финансирования. Но вертикально взлетающие аэромобили — это уже другая отдельная и очень интересная тема. Возможно, это будет тема нашей следующей статьи об аэромобилях.

ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ ПОБИВ ВСІ РЕКОРДИ БЕЗПЕКИ У КРАШ-ТЕСТАХ

Всім відомо, що найбільший виробником електромобілів є компанія Tesla Motors, яка, на відмінну від більшості компаній, не переробляє звичайні авто в електричні, а розробляє їх практично з нуля. Завдяки деяким особливостям, «чистокровні» електромобілі виявилися набагато безпечніше навіть визнаних лідерів автомобільного ринку. Так, електромобіль Tesla Model S в американському краш-тесті NHTSA набрав 5,4 зірок і за всіма показниками перевершив всі автомобілі, які коли-небудь тестували.

Більше того, зазвичай тільки близько 1% тестованих автомобілів набирають 5 зірок, а седан Tesla S не тільки встановив новий рекорд на найнижчу вірогідність отримання травм водієм і пасажиром, а й перевершив з безпеки машини іншого класу — позашляховики і мінівени.

Таким чином, стало очевидно, що у електромобілів в плані безпеки автотранспорту є великі переваги. Яким чином інженери Tesla змогли домогтися таких високих показників? Перш за все, завдяки «зручності» електромобіля в плані вибору його компонування. В електромобіля немає важкого двигуна під капотом — невеликий, розміром близько 30 сантиметрів, електродвигун розміщений поблизу задньої осі автомобіля. Це дозволило створити попереду набагато більшу зону деформації, ніж у звичайних автомобілів, що різко підвищує



шанси вижити при лобовому зіткненні.

На відео краш-тесту (розміщене нижче) помітно, як після лобового удару на швидкості 56 км/год розсипається бампер, але залишаються неушкодженими лобове скло, передні двері і вісь передніх коліс. Алюмінієвий кузов, включаючи лист, що захищає днище, прийняв на себе удар без видимих деформацій.

Найскладніший тест, удар боком машини об стовп, електромобіль витримав відмінно завдяки додатковому набору алюмінієвих профілів, схожих по дизайну з тими, що були розроблені для космічного модуля апарату Apollo, що спускався на Місяць. У порівнянні з седаном Volvo S60, який також набрав 5 зірок у всіх категоріях краш-тесту, при бічному ударі Tesla S зберігає недоторканим 63,5% залишкового простору навколо водія, а лідер серед звичайних авто, Volvo S60 — 7,8%. Пояснимо, що залишковим простором називається «життєва» зона, в яку в разі аварії не повинні проникати ніякі деталі автомобіля. Фактично, це зона, в якій під час аварії знаходиться тіло водія або пасажир. Рейтинг безпеки електромобіля Tesla S виявився

вищим будь-якої іншої серійної машини. Ризик отримати травму в електромобілі в умовах стандартного тесту складає всього 7%.

Краш-тести по удару в задню частину електромобіля також пройшли успішно завдяки подвійному бамперу. Тест на перекидання підніс найбільший приємний сюрприз: електромобіль так і не зміг перекинутися звичайними засобами, використовуваними в тесті NHTSA. Завдяки дуже низькому розташуванню центру ваги (батареї розміщені у самого днища авто) і розважуванню 48/52, електромобіль ніяк не хотів перевертатися. За розрахунками, електромобіль має на 50% менший ризик перекинутися, ніж звичайний автомобіль. Крім того, жоден з тестових ударів не привів до загоряння акумуляторної батареї електромобіля.

Випробування автомобіля Tesla показують, що у електромобілів є ще одна важлива перевага. Зазвичай обговорюють запас ходу, ціну, термін служби і інші характеристики електромобілів. Але забувають, що у інженерів є набагато більше можливостей убезпечити водія і пасажирів електромобіля.



Після 36 років часу і майже 21 мільярда кілометрів пройденого шляху, дослідницький космічний апарат "Voyager 1" офіційно став першим об'єктом штучного походження, який вийшов за межі Сонячної системи і опинився у відкритому міжзор'яному космічному просторі. Остаточним категоричним доказом цього факту, який вислизав від уваги вчених майже протягом року, став "сигнал" сонячного спалаху, який досяг датчиків апарату Voyager 1 ще у серпні місяці минулого року.

"Ця подія є настільки ж важливою віхою в історії людства, як перша посадка на Місяць. Як і будь-який інший вид наукової діяльності, місія Voyager несе нам нові знання, що дозволяють більше дізнатися про Сонячну систему, про її структуру, про Всесвіт і про процеси, що в ньому відбуваються" — розповідає Дональд Гернетт (Donald Gurnett), вчений з університету Айови, який одним з перших прийняв участь у програмі Voyager.

25 серпня 2012 датчики космічного апарату Voyager 1, запущеного в 1977 році з метою вивчення зовнішніх планет Сонячної системи, виявив раптове зменшення концентрації частинок сонячного вітру і сплеск інтенсивності космічних променів, що прибувають ззовні в Сонячну систему. Але цих фактів було недостатньо для того, щоб переконати вчених у тому, що апарат Voyager 1 залишив межі Сонячної системи. Підтвердженням могли бути тільки вимірювання змін кількості космічної плазми, іонізованих молекул і частинок, які містяться у просторі, що оточує апарат. На жаль, точні вимірювання концентрації плазми провести було неможливо, так як спеціалі-

VOYAGER 1 ПОКИНУВ СОНЯЧНУ СИСТЕМУ



зований датчик апарату Voyager 1, здатний здійснити такі вимірювання, вийшов з ладу вже досить давно.

Протягом досить тривалого часу комп'ютерні моделі показували, що щільність космічної плазми в межах геліосфери, міхура, який "надувається" в космосі гарячим "диханням" Сонця, повинна бути набагато нижче щільності плазми в холодному міжзор'яному космічному просторі. Але, насправді все виявилось зовсім інакше. І виміряти це вдалося за допомогою двох параболічних 10-метрових антен апарату, чутливість яких дозволяє вловити надзвичайно слабкі сигнали від коливань космічної плазми, за якими можна обчислити її щільність.

"Якщо Ви за допомогою будь-якого впливу зрушуєте електрони з їх нормального положення і відпускаєте їх, то за рахунок виникаючих при цьому сил ці електрони починають коливатися. Ці коливання відбуваються на одній строго певній частоті, і якщо ми можемо їх зареєструвати і виміряти, то ми можемо і обчислити щільність плазми" — розповідає Гернетт.

Але вимірювання щільності плазми можна провести тільки при збігу ряду умов,

які складаються разом не так вже й часто. Перший такий збіг мав місце бути близько дев'яти років тому, коли Voyager 1 перетинав область простору, де вирувала ударна хвиля плазми, ефект виникає при зниженні швидкості руху сонячного вітру нижче швидкості звуку.

Інші випадки, під час яких була виміряна щільність плазми, мали місце бути в жовтні і листопаді 2012 року, коли антени апарату Voyager 1 зареєстрували ефекти, народжені сонячними спалахами. Потоки високоенергетичних частинок, викинутих у космос в результаті сонячних корональних вивержень, добиралися до місця розташування апарату Voyager 1 протягом приблизно одного року, що дозволило вченим більш — менш точно визначити всі тимчасові рамки подій, що відбулися.

Заключним доказом виходу апарату Voyager 1 в міжзор'яний простір стала подія, що відбулася навесні цього року, коли антени апарату вловили відлуння ще одного сонячного спалаху. "Цього разу нам вдалося з високою точністю виміряти щільність плазми, тобто порахувати кількість частинок на кубічний метр простору. Виміряні значення щільності показали нам, що

апарат вже знаходиться в міжзор'яному просторі" — розповідає Гернетт .

Провівши зворотню екстраполяцію часу подій, що відбулися, вчені вираховували, що апарат Voyager 1 перетнув кордон Сонячної системи і міжзор'яного простору в серпні 2012 року. Саме тоді

апаратура Voyagera реєструвала кардинальні зміни в характері, щільності та інших характеристиках космічних променів і частинок сонячного вітру.

"Тепер ми точно знаємо, що апарат Voyager 1 знаходиться в міжзор'яному просторі. І це

є новим етапом нашої місії, який, ми сподіваємося, дозволить нам дізнатися багато чого нового і захоплюючого" — Розповідає Едвард Стоун (Edward Stone), провідний науковець місії Voyager від боку Лабораторії НАСА з вивчення реактивного руху (NASA Jet Propulsion Laboratory).

Незважаючи на нібито беззахисність, рослини мають у своєму розпорядженні розвинені оборонні системи, які націлені на шкідників. При цьому рослини користуються різними механізмами, в залежності від того, чи загрожує їм, наприклад, бактеріальна інфекція або ж мова йде про комаху.

Якщо рослина відчуває комах, то у неї вмикається біохімічний сигнальний ланцюжок, пов'язаний з гормонами жасмонат : активуються речовини, що пригнічують роботу білків протеаз, до них підключаються інші ферменти, в результаті у комах порушується травлення, вони погано засвоюють рослинні тканини і погано ростуть. Якщо ж загроза полягає в бактеріях, то тут в хід йде інший сигнальний шлях, опосередкований саліциловою кислотою.

При цьому, що важливо, обидві « технології » є антагоністами один до одного: якщо працює захист від бактерій, то захист від комах мовчить. Цю особливість, як виявилось, для власної вигоди використовує колорадський жук. Дослідники з Університету штату Пенсільванія (США) помітили, що цей шкідник якось ухитряється придушу-

ВІЙНА СВІТІВ: ЯК КОЛОРАДСЬКИЙ ЖУК ДУРИТЬ ЗАХИСНУ СИСТЕМУ РОСЛИН



вати роботу «антикомашинної» оборони рослин, якими він харчується. Щоб дізнатися, в чому тут справа, Гері Фелтон разом з колегами садив личинок жука на листя, яке було оброблене антибіотиком.

І, як пишуть дослідники в журналі PNAS, на таких листках личинки жука починали відчувати всю тяжкість «антикомашинного» захисту, тоді як на звичайних листках личинки добре відгодовувались. Як виявилось, під час харчування личинки випльовують на лист порцію власних кишкових мікробів, що провокують рослину на антибактеріальну відповідь. А це, в свою чергу, пригнічує захист проти шкідників — комах. У присутності антибіотиків ця «смикалка» не

працювала: бактерії гинули, не встигаючи потурбувати рослину .

Вчені виявили в травній системі личинок колорадського жука 22 види бактерій, але лише три з них «викликали вогонь на себе», допомагаючи личинкам харчуватися і рости.

Напевне рослинам можна було б допомогти, обробляючи їх антибіотиками проти цих бактерій, проте, перш ніж давати практичні рекомендації, дослідники хочуть переконатися, що мають справу з універсальним вивертом з боку жуків, що ці бактерії допомагають харчуватися личинкам колорадських жуків по всьому світу, а не тільки на полях Пенсільванії.



ШАНОВНІ КОЛЕГИ–НАУКОВЦІ, ШАНОВНІ ЧИТАЧІ ЧАСОПИСУ «ВІР НАУКА И ТЕХНИКА»!

Нинішній та наступний номери журналу ми присвячуємо презентації широкій читацькій аудиторії робіт, представлених на здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки. Плануємо друкувати такі публікації постійно й щорічно.

У світовому науковому співтоваристві давно існує виправдана часом практика публічних виступів Нобелівських лауреатів. Та й претенденти на інші знані й престижні міжнародні премії не відмовляються від широкої пропаганди свого творчого доробку.

Ми розглядаємо нашу ініціативу як намір зміцнювати авторитет української науки, доносити до значного читацького загалу найкращі досягнення вітчизняних науковців — адже роботи, висунуті на здобуття найвищого національного визнання — Державної премії України в галузі науки і техніки — є справді реальним підтвердженням того, що ми, українці, є нацією, яка має потужний науковий потенціал, нацією, яка з оптимізмом дивиться у завтрашній день і заслуговує на визнання у світі.

Маємо з приємністю відзначити, що наша ініціатива знайшла повну підтримку у Голови Комітету з державних премій України в галузі науки і техніки, президента НАН України академіка Бориса Євгеновича Патона.

Упевнені, що публікація, робіт, представлених на здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки, дозволить отримати об'єктивну оцінку громадськості тих наукових праць, які претендують на цю високу відзнаку, тобто сприятиме широкій популяризації досягнень українського наукового сьогодення.

О.ОНІПКО, голова Редакційної ради журналу
«ВІР. Наука и Техника», член Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки

С.ДЕНИСЕНКО, головний редактор журналу

Є.Т. АСИЛЕВСЬКИЙ
В.Д. ІНЬКОВ
В.П. ІЩУК
В.О. КУДРЯВЦЕВ
М.С. ПОДГРЕБЕЛЬНИЙ
П.В. ПОТАПЕНКО
Г.Б. ПРОЦЕНКО
А.С. СИДОРОВ
С.І. ФЕДОРОВ
О.В. ФІЛІЧЕВ

Державне Підприємство
АНТОНОВ Україна

РОЗРОБКА, ПОБУДОВА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЛІТАКА АН-148-100.



Мал.1. Літак Ан – 148 – 100

Створення реактивного регіонального літака нового покоління на 75...85 пасажирів було обумовлено потребою ринку пасажирських авіаліній, насамперед у країнах СНД, викликану припиненням польотів парку морально й фізично застарілих літаків Ту-134 внаслідок нерентабельності їхньої експлуатації, а також невідповідністю їхніх характеристик все жорсткішим вимогам Авіаційних правил з шуму та емісії.

Актуальність робіт зі створення нового реактивного регіонального літака для держави підтверджується тим, що дана тема була внесена до заходів «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України на період до 2010 року», затвердженої постановою КМУ від 12.12.2001 року № 1665-25, і частково фінансувалася у частині розробки Ан-148-100, а також капітальних витрат для організації виробництва літака.

Комплекс робіт по розрахунково-експериментальним дослідженням, проектуванню, побудові, льотним випробуванням, сертифікації та впровадженню в експлуатацію літака Ан-148-100, (мал.1), виконано під науково-технічним керівництвом Президента – Генерального конструктора ДП «АНТОНОВ», академіка Національної академії наук України, доктора технічних наук, лауреата Державної премії України Ківи Д.С.

Сімейство регіональних пасажирських літаків Ан-148-100 створено й введено в експлуатацію з метою:

- Створення високоекономічного регіонального пасажирського літака нового покоління, повністю відповідного сучасним і перспективним нормам льотної придатності.
- Заміни в авіакомпаніях СНД парку застарілих регіональних пасажирських літаків Ту-134.

- Забезпечення авіакомпаній і інших замовників новим вітчизняним конкурентоспроможним регіональним літаком, що не поступається, а по ряду показників і переважає закордонні аналоги.

- Створення реактивного регіонального пасажирського літака з високими показниками паливної ефективності, екологічності, надійності, підвищеним комфортом і безпекою для пасажирів, а також низькими експлуатаційними витратами.

- Створення регіонального пасажирського літака з істотно розширеним, у порівнянні з наявним у сучасних аналогів, діапазоном умов експлуатації.

- Розширення ринків збуту й експлуатації літаків «АНТО-НОВ».

- Подальшого розвитку вітчизняного наукового й виробничого потенціалу, а також створення робочих місць у високотехнологічних галузях промисловості України.

СТВОРЕННЯ ЛІТАКА АН-148-100

Для досягнення цілей, поставлених при створенні й впровадженні до експлуатації сімейства літаків Ан-148-100, проведено великий комплекс науково-технічних розрахункових і проектно-конструкторських робіт з застосуванням знов розробленої інтегрованої автоматизованої системи проектування у тримірному просторі, (мал. 2), а також виконані необхідні



мал.2. Проектування у тримірному просторі

експериментальні дослідження, наземні і льотні випробування.

ОСНОВНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКОВІ Й ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ РОБОТИ:

- Аналіз вимог ринку, проведення маркетингових досліджень, формування, разом з потенційними замовниками, ідеології літака, визначення його очікуваних характеристик, складу бортового обладнання й систем, технічного рівня, що закладається при його проектуванні.

- Проектування літака — вибір оптимальних аеродинамічних, конструктивно-силових і об'ємно-масових компонувань, параметрів і профілювання крила, параметрів поперечного перерізу фюзеляжу, льотно-технічних характеристик (ЛТХ), зльотно-посадочних характеристик (ЗПХ), двигуна, обладнання й систем.

Конструювання літака:

- виконання комплексу робіт з розробки принципових конструкторських рішень по конструкції планера, системам і обладнанню, компонуванню систем і обладнання літака, випуску конструкторської, технологічної й експлуатаційної документації.

- Виконання комплексу робіт з розробки принципових і ергономічних рішень по створенню «скляної» кабіни екіпажу, заснованої на принципах відображення інформації: «що потрібно — коли потрібно», випуск конструкторської, технологічної й експлуатаційної документації,

- Виконання комплексу робіт з розробки й побудови різних стендів для проведення випробувань на міцність і перевірки на функціонування систем і обладнання літака.

- Виконання комплексу робіт з розробки, побудови дослідницького пілотажного стенду й уперше на території країн Співдружності, по розробці, побудові й сертифікації льотного тренажера категорії D для навчання й підготовки льотних екіпажів.

- Аеродинамічні й міцнісні розрахунки із застосуванням чисельних методів досліджень й визначенню характеристик літака.

- Дослідження з оптимізації ергономічних рішень по компонованнях кабіни екіпажу й пасажирського салону з метою забезпечення комфорту екіпажу й пасажирів на рівні комфорту магістральних літаків, розробка й сертифікація цілого спектру компоновань пасажирської кабіни в інтересах різних замовників, введення й сертифікація складу додаткового опціонального обладнання.

- Розрахунки по експлуатаційній технологічності й надійності літака.

- Розрахунки льотних і злітно — посадочних характеристик літака, а також характеристик стійкості, керованості й динаміки польоту.

- Розрахунки характеристик міцності й ресурсу літака.

- Розробка відповідно до міжнародних нормативних документів Програми технічного обслуговування літака, комплексу експлуатаційної документації, у тому числі електронного, що забезпечують безпечну і ефективну льотну та технічну експлуатацію літака.

Ан — 148 — 100 став об'єктом впровадження самих передових досягнень авіаційної науки України. До найважливіших інновацій, реалізованих на цьому літаку, відносяться наступні:

- Аеродинамічне компоновання, що не має аналогів у світовій практиці авіабудування, що дозволила створити регіональний пасажирський літак — високоплан зі швидкістю польоту до 870 км/год ($M = 0,8$).

- Аеродинамічне компоновання швидкісного крила з помірною стріловидністю, засноване на спеціально розроблених надкритичних профілях нового покоління з великою максимальною відносною товщиною.

- Високоєфективне аеродинамічне компоновання механізації крила, що забезпечує високі несучі властивості крила на етапах зльоту й посадки.

- Бортове радіоелектронне обладнання (БРЕО) нового покоління, як сукупність бортових комплексів і систем, об'єднаних цифровими зв'язками в єдину інформаційно — керуючу систему, що включає «скляну» кабіну екіпажу, засновану на методах відображення інформації відповідно до принципу: «що потрібно — коли потрібно».

- Електродистанційна система керування польотом з електричними силовими рульовими приводами.

- Спеціально розроблені алгоритми, які реалізуються в електродистанційній системі керування.

- «Більш електричний» енергокомплекс із двома гідростемами й системою електричної проводки із захистом від

електричної дуги (уперше у світі для літаків транспортної категорії).

- Бортова система техобслуговування БСТО — 148 з реєстратором параметрів міцності РПМ (на момент створення не мала вітчизняних аналогів).

- Шасі з найбільшим у світі вмістом титанових сплавів (80%) з новітніми видами покриття рухомих з'єднань.

- Широке впровадження сучасних композиційних і металевих авіаційних матеріалів.

ОСНОВНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ Й ВИПРОБУВАННЯ



Мал.3. Аеродинамічні дослідження моделей

Для перевірки прийнятих до розробки конструкційних і системних рішень, відпрацювання систем і комплексів літака, уточнення методик пілотування на базі експериментальних комплексів і підрозділів ДП «АНТОНОВ» були розроблені та виконані програми експериментальних робіт з наступних напрямків:

- Експериментальні аеродинамічні дослідження моделей літака у високо — й низько-



Мал.4. Лабораторні дослідження міцності

швидкісних аеродинамічних трубах по вдосконаленню аеродинамічного компонування літака і визначення аеродинамічних характеристик, (мал. 3).

- Наземні лабораторні дослідження міцності й ресурсу конструкції літака, (мал. 4).

- Наземні лабораторні і стендові дослідження агрегатів, систем і обладнання для підтвердження їхніх функціональних можливостей і надійності.

- Льотні випробування для демонстрації й підтвердження відповідності характеристик літака нормам льотної придатності, (мал. 5).

- Льотні випробування для демонстрації й підтвердження можливості експлуатації Ан — 148 — 100 на ґрунтових й засніжених ЗПС, при обмеженій видимості (по категорії ША ІСАО), а також в умовах низьких і високих температур (від -550°C до $+450^{\circ}\text{C}$), в умовах високогір'я й високих широт (до 780 північної широти), (мал. 6, мал. 7).

Серійне виробництво літаків сімейства Ан — 148 — 100 організоване й виконується в кооперації з підприємствами України й Росії на двох складальних лініях: в ДП «АНТОНОВ» на серійному

авіазаводі «АНТОНОВ» (м. Київ, Україна) і в ОАК Росії на авіазаводі «ВАСО» (м. Воронеж, Російська Федерація), (мал. 8).

Виробництво літака схвалене Авіаційним реєстром Міждержавного авіаційного комітету (АР МАК) і Державною Авіаційною службою України. За результатами аудитів, проведених цими організаціями, отримані відповідні сертифікати.

У процесі впровадження літака Ан — 148 — 100 у виробництво й удосконалювання його серійного випуску виконано:

- Розробка технології дослідного й серійного виробництва, включаючи передові технологічні процеси, підготовка



Мал.5. Випробування на великих кутах атаки



Мал.6. Випробування на ґрунтових ЗПС



Мал.7. Випробування на засніжених ЗПС



Мал.8. Серійне виробництво літаків Ан — 148 — 100 в ДП «Антонов» та «ВАСО»

відповідних виробничих потужностей.

- Розробка програми кооперації серійного виробництва.

- Розробка необхідної для створення, організації серійного виробництва й експлуатації літаків технічної, технологічної й експлуатаційної документації.

- Побудова двох льотних екземплярів літака, згодом переданих у комерційну експлуатацію, і одного для проведення випробувань на статичну й утомну міцність.

- Внесення змін за результатами початкового періоду експлуатації у конструкцію й системи літака, які дозволили підвищити надійність і ефективність його експлуатації при одночасному зниженні трудомісткості виробництва.

СЕРТИФІКАЦІЯ

У процесі створення й сертифікації літака Ан — 148 — 100 був виконаний наступний комплекс науково — технічних робіт і випробувань:

- Розроблено сертифікаційний базис СБ — 148 для літака

типу Ан — 148 — 100, який був затверджений Авіарегістром МАК. 22.02.2007 р. та Державіаадміністрацією України 05.02.2008 р.

- Розроблено Комплексну програму сертифікаційних випробувань літака типу

- Ан — 148 — 100 (моделі Ан — 148 — 100А, Ан — 148 — 100В, Ан — 148 — 100Е) № 148.700.008.ПМ — 2003, яка погоджена із Сертифікаційними центрами й схвалена Авіаційною владою України 02.09.05 р. і Авіарегістром МАК 29.07.05 р.

- Проведено стендові сертифікаційні випробування й дослідження літака Ан — 148 — 100 (моделі Ан — 148 — 100А, Ан — 148 — 100В, Ан — 148 — 100Е).

- Сертифіковано 16 варіантів пасажирських компонувань літака Ан — 148 — 100.

- Відповідно до Комплексної програми сертифікаційних випробувань літака типу Ан — 148 — 100 № 148.700.008. ПМ — 2003 на двох екземплярах літака.

Ан — 148 — 100 № 01 — 01 і № 01 — 02 проведені наземні й льотні сертифікаційні випробування із загальним нальотом в 673 польотах 1193 години.

- Відповідність літака типу Ан — 148 — 100, включаючи його модифікації, вимогам СБ — 148 підтверджено Сертифікатами Державіаадміністрації України №ТЛ 0036 і Авіарегістру Міждержавного Авіаційного Комітету №СТ264 — Ан — 148.

СТВОРЕННЯ ЦЕНТРУ ПІСЛЯПРОДАЖНОЇ ПІДТРИМКИ, ОБСЛУГОВУВАННЯ НАВЧАННЯ

У процесі впровадження літака Ан — 148 — 100 в експлуатацію:

- Створено й уведений у стрій центр навчання льотних і технічних екіпажів на літак Ан — 148 — 100, включаючи авіаційний тренажер категорії D, (мал. 9).

- Підготовлено повний комплект експлуатаційної документації по літаку і його системах.



Мал.9. Авіаційний тренажер категорії D

- Створено цех гарантійного обслуговування й сервісні центри на базі авіакомпаній — експлуатантів.

- Створюються склади запасних частин, «аптечки» і т.п.

- Забезпечено авторський нагляд ДП «АНТОНОВА» по літаку.

- Забезпечено інформаційно — технічну підтримку експлуатантів, включаючи створення інформаційного центру на базі інтернет — порталу, що працює за принципом: 24 години на добу / 7 днів на тиждень / 365 днів у році.

РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ

02.06.2009 р. літак Ан — 148 — 100 був введений в експлуатацію в українській авіакомпанії «Аеросвіт», а наприкінці 2009 року — в російській авіакомпанії «Росія». Сьогодні Ан — 148 — 100 експлуатується в трьох комерційних авіакомпаніях Росії й одній авіакомпанії України, Спеціальному льотному загоні (СЛЗ) Росії, у льотному загоні Міністерства з надзвичайних ситуацій (МНС) Росії та авіакомпанії Air Koryo, (мал. 10).

За результатами експлуатації Ан — 148 — 100 у його конструкцію й системи були внесені зміни, які дозволили підвищити надійність і ефективність експлуатації літака. Це дозволило домогтися середнього нальоту до 300 годин на літак (3600 льотних годин/рік), а максимальний місячний наробіток Ан — 148 — 100 досяг 400 годин. Літаки виконують

по 6 – 8 рейсів на добу, проводячи в повітрі до 12 годин. З моменту початку експлуатації перевезено вже більше півтора мільйонів пасажирів.

СТВОРЕННЯ ВАРІАНТІВ І МОДИФІКАЦІЙ

Ан – 148 – 100 з самого початку розроблявся як основа сімейства регіональних літаків з можливістю створення на його базі різних по призначенню варіантів і модифікацій.

На базі Ан – 148 – 100 були розроблені літаки із салоном підвищеного комфорту й спеціального призначення. Так, за замовленням СЛЗ Росії був розроблений і запущений у серійне виробництво трьох-салонний літак підвищеного

комфорту Ан – 148 – 100ЕА, призначений для перевезення перших осіб держави. За завданням МНС Росії був створений і запущений у виробництво літак підвищеного комфорту Ан – 148 – 100ЕМ, що конвертується в медичний літак з установкою до шести медичних модулів.

В 2010 р. на базі Ан – 148 – 100 був створений його варіант зі збільшеною до 99 пасажирів місткістю, що одержав назву Ан – 158. Він успішно пройшов випробування, одержавши Сертифікат типу 28 лютого 2011 р. Сьогодні виробництво літаків Ан – 158 виконується ДП «АНТОНОВ» на серійному авіазаводі «АНТОНОВ». Сертифіковано 12 компонувань пасажирського салону літака. Поставки перших серійних літаків Ан – 158 розпочаті з березня 2013 р.

Літак Ан – 148 – 200 був розроблений з метою уніфікації й зниження собівартості

виробництва літаків Ан – 148 і Ан – 158 на серійному авіазаводі «АНТОНОВ» у Києві. Від Ан – 148 – 100 літак Ан – 148 – 200 відрізняється хвостовою частиною фюзеляжу, яка аналогічна хвостовій частині фюзеляжу літака Ан – 158. Пасажировмісність цього варіанта зросла на 4 пасажирів, досягши 89 чоловік. Літак готовий до серійного виробництва.

Перспективним варіантом Ан – 148 є літак з підвищеним рівнем комфорту й збільшеною до 7000 км дальністю польоту – Ан – 148 – 300. Для збільшення запасу палива на ньому встановлюється надфюзеляжний накладний бак. Ведеться робоче проектування цього варіанта й підготовка його виробництва.

На базі Ан – 148 – 300 планується створити цілий спектр літаків спеціального призначення. Зокрема – літак морського патрулювання Ан – 148 –



Мал.10. Підтверджена успішна експлуатація літака Ан – 148 в авіакомпаніях України і Росії

300МП. Його важлива відмінність від наявних у світі базових патрульних літаків — здатність базуватися, у тому числі автономно, на малопідготовлених аеродромах і ґрунтових площадках. Максимальний час польоту Ан — 148 — 300МП становить 10 годин. У цей час ведуться проектно — конструкторські роботи із цього варіанта.

ПОРІВНЯННЯ ЛІТАКА

АН — 148 — 100 З АНАЛОГАМИ
Ан — 148 — 100 повністю відповідає нормам льотної придатності АП — 25 і має Сертифікат типу Авіаційного реєстра Міждержавного авіаційного комітету (АР МАК) і Державної Авіаційної служби України.

Літак Ан — 148 — 100 у порівнянні з Ту — 134 має:

- Значно більший рівень комфорту пасажирів (75 місць розташовані з відстанню між рядами 812 мм проти 76 місць із відстанню між рядами 750 мм) при меншій довжині фюзеляжу.

- Майже вдвічі більшу максимальну дальність польоту (4240 км проти 2400 км) при практично рівній пасажиромісткості.

- Значно меншу необхідну довжину ЗПС (1950 м проти 2500 м).

- Витрачає в 1,55 рази менше палива за 1 годину польоту (1650 кг/год проти 2550 кг/год).

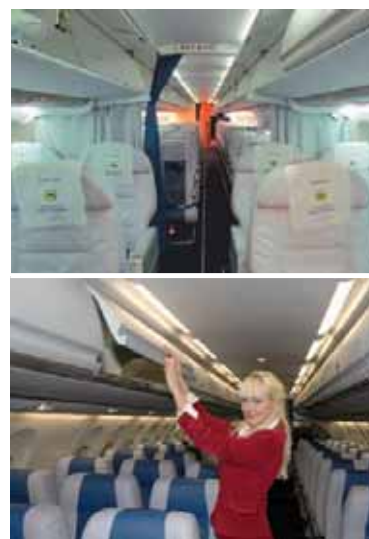
Всі основні технічні характеристики літака Ан — 148 — 100

мають близькі величини в порівнянні з характеристиками літаків — аналогів фірм Embraer.

(ERJ 170LR/175LR) і Bombardier (CRJ700LR/705LR), а по ряду параметрів Ан — 148 — 100 перевищує їх можливості.

Компонування крісел літака Ан — 148 — 100 виконано за схемою «3 + 2» у ряді (у конкurentів — «2 + 2» у ряді), що дозволило зменшити подовження його пасажирської кабіни на відміну від літаків — аналогів й забезпечити:

- високий рівень комфорту для пасажирів (на рівні магістральних літаків Boeing 737 і Airbus A320), (мал. 11).
- Більші багажні полки (на рівні магістральних літаків Boeing 737 і Airbus A320). Завдяки тому, що Ан — 148 — 100 виконаний за схемою «високоплан», при якій його двигуни розташовані значно вище від поверхні ЗПС, ніж двигуни літаків — аналогів. Ан — 148 — 100 має ряд переваг, таких як:

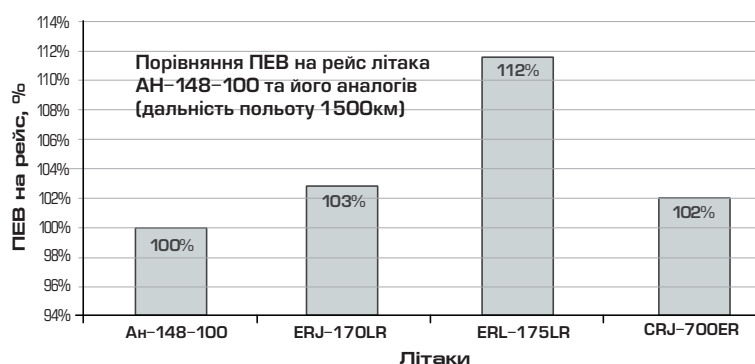


Мал.11. Комфортабельний пасажирський салон Ан — 148 — 100

- Можливість експлуатації на аеродромах з малопідготовленими й ґрунтовими ЗПС.
- Автономність експлуатації (наявність дверей — трапу). Прямі експлуатаційні витрати літака Ан — 148 — 100 нижче в порівнянні з зарубіжними літаками, (мал. 12):

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ:

1. Колективом ДП «АНТОНОВ» створено сімейство конку-



Мал.12.

рентоспроможних високо-економічних реактивних регіональних пасажирських літаків нового покоління Ан — 148 — 100, які по своїм техніко — експлуатаційним характеристикам знаходяться на рівні кращих сучасних закордонних аналогів, а за рівнем комфорту для пасажирів не поступаються магістральним пасажирським літакам більшої розмірності. При цьому, завдяки спроможності Ан — 148 — 100 до:

- Базування на малопідготовлених аеродромах.
- Експлуатації на аеродромах з нежорстким покриттям.
- Застосування в складних кліматичних умовах (низьких від — 550С и високих до + 450С температур повітря).
- Застосування в умовах високірів'я.
- Застосування в умовах високих широт (до 780 північної широти).
- Автономності експлуатації у відриві від базових аеродромів.

Літак розробки ДП «АНТОНОВ» істотно перевищує закордонні аналоги по сукупному комплексу споживчих якостей.

2. Розробка, серійне виробництво й впровадження в експлуатацію літака Ан — 148 — 100 дозволила створити робочі місця в Україні в кількості більш ніж 13 000 чоловік.

3. Впровадження в експлуатацію літака Ан — 148 — 100 дозволило відкрити нові регіональні маршрути та за станом на початок 2013 р. перевезти більш ніж 1 500 000 пасажирів.

4. Економічний ефект від розробки, серійного виробництва й впровадження в експлуатацію літака Ан — 148 — 100, у порівнянні з варіантом закупівлі аналогічної по призначенню закордонної авіатехніки, складе 2287,6 млн. USD

від надходжень у державний бюджет України у вигляді податків і зборів, у тому числі фактичний економічний ефект 52,7 млн. USD.

5. У серійному виробництві сімейства літаків Ан — 148 задіяні 215 підприємств із 15 країн, що сприяє подальшій інтеграції української авіапромисловості із провідними світовими авіаційними виробниками. У виробничій кооперації беруть участь 126 російських і 33 українські підприємства.

6. Ан — 148 — 100 став базою для створення уніфікованого сімейства літаків Ан — 148 і їхніх модифікацій, істотно скоротивши вартість і терміни розробки, а саме: Ан — 148 — 200 — літак зі збільшеною пасажиромісністю до 89 крісел та уніфікованою хвостовою частиною фюзеляжу від літака Ан — 158 (у процесі сертифікації).

Ан — 148 — 300 — літак пасажиромісністю 19 чоловік зі збіль-

шеною до 7000 км дальністю польоту й підвищеним комфортом для пасажирів (етап робочого проектування. Ан — 148 — 300МП — літак для морського патрулювання й пошуково — рятувальних операцій (етап ескізного проектування).

Ан — 158 — літак зі збільшеною пасажиромісністю до 99 крісел (серійне виробництво). 7. Розробка, виробництво та впровадження в експлуатацію регіонального пасажирського літака Ан — 148 — 100 дозволила:

- Створити сучасний конкурентоспроможний літак, що здатен задовольнити потреби замовників у новій авіаційній техніці.
- Завантажити наявні виробничі потужності в Україні.
- Створити нові об'єкти інтелектуальної власності на літак, права на які можливо надавати іноземним підприємствам на платній основі.
- Створити нові висококваліфіковані робочі місця.
- Забезпечити значні податкові відрахування в державний і місцеві бюджети.
- Освоїти нові технології, що сприяють динамічному розвитку авіабудування України.
- створити умови для розвитку галузевої науки в Україні.

БЕШТА О.С.
ГРІНЬОВ В.Г.
ДРІБАН В.О.
КАНІН В.О.
ПАШКОВСЬКИЙ П.С.
САМУСЯ В.І.
СМОЛАНОВ С.М.
СТАРІКОВ Г.П.
ФЕЛЬДМАН Е.П.
ШНЕЕР В.Р.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ РОЗРОБЦІ ВУГЛЕГАЗОВИХ РОДОВИЩ (ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА)



Розвиток України, її незалежність, економічна і політична стабільність багато в чому обумовлені наявністю і мірою використання власної паливно – енергетичної бази. Історично в нашій країні склалася така ситуація, що серед визначальних елементів паливно – енергетичного комплексу найбільш пріоритетною є вугільна галузь.

Максимального видобутку вугілля в Україні в обсязі 218,2 млн. т було досягнуто в 1976 році. З 1977 року почалося щорічне падіння видобутку вугілля і зниження обсягів проведення розкривних і підготовчих виробок. Причиною цього є цілий ряд негативних явищ і, передусім, недостатнє виділення централізованих капітальних внесків колишнім Мінвуглепромом СРСР для будівництва, реконструкції і технічного переобладнання шахт Донбасу. З другої половини 70 – х років основні фінансові і матеріальні кошти спрямовувалися на розвиток

видобутку вугілля відкритим способом, а відносно Донецького басейну створювалася громадська думка, що подальший видобуток вугілля тут є неперспективним. В результаті такої політики вугільна промисловість України, яка десятиріччями формувала гігантську індустрію, що за – безпечувала паливом Європейську частину СРСР і половину державної потреби у вугіллі марок, що коксуються, опинилася з масою невирішених соціальних проблем і найстарішим (у СНД) шахтним фондом. За весь повоєнний період в Донбасі було реконструйовано менше однієї третини шахт.

До цього слід додати ще і постійне ускладнення гірничо – геологічних умов, яке пов'язане із збільшенням глибини гірничих робіт і залученням до розробки більш складніших в експлуатації вугільних пластів. До кінця 80 – х років число лав з нестійкою покрівлею збільшилося в порівнянні

з 1976 роком більш ніж на 40 % і на 30 % збільшилася кількість лав з геологічними порушеннями, що не можливо перейти, і покрівлею, що складно обвалюється. У 1,3 рази зросла кількість шахтопластів, що є небезпечними за раптовими викидами вугілля та газу. Якщо за період з 1960 по 1976 рік включно в Донбасі було зареєстровано 2210 викидів вугілля і газу, то в 1977 – 1990 роках кількість викидів зросла до 3560. За період з 1996 по 2010 рік включно на шахтах України зареєстровано 1350 обрушень породи, 78 вибухів і спалахів газу, 985 газодинамічних явищ.

Сучасні вугільні шахти є висококомеханізованими підприємствами з розвинутою електричною мережею і великою кількістю машин і механізмів. Із зростанням енергоозброєності вугільних шахт збільшується вірогідність виникнення підземних пожеж, пов'язаних із застосуванням електроенергії. Підземні пожежі виникають несподівано і діють протягом певного часу до їх ліквідації. Продукти горіння, що утворюються, взаємодіють з повітряним потоком і розповсюджуються по шахті. В результаті формується група виробок, в яких містяться небезпечні для людини шкідливі речовини — зона розповсюдження отруйного газу.

Окрім створення небезпечних умов праці при підземній розробці вуглегазових родовищ видобуток вугілля обумовлює також величезне техногенне та екологічне навантаження

на довкілля. Треба відзначити, що з початку XIX століття до дійсного часу із надр Донецького басейну було вилучено більш ніж 11 млрд. тонн вугілля і не набагато менше — породи. Під час видобутку тільки однієї лави розмірами 200×1000 м на глибині 1000 м, яка вилучає із надр лише 390 тис. тонн вугілля, у процесі зрушення гірського масиву приймає участь до 1,5 млрд. тонн порід. Негативний вплив видобування вугілля підземним способом характеризується нерівномірними деформаціями земної поверхні: розтягом чи стиском, кривизною опуклості чи угнутості та утворенням уступів, які порушують сталу взаємодію будівель з їхньою основою, що призводить до деформацій і ушкоджень конструкцій.

Виходячи з вищенаведеного можна зробити висновок, що сталий розвиток вугільної галузі є неможливим без вирішення зазначених надзвичайно актуальних проблем. Для вирішення цих проблем авторами запропоновано підхід де на підставі фундаментальних досліджень вперше комплексно пов'язані механізми формування та еволюції напружено — деформованого стану гірських порід, процеси метаноутворення і масоперенесення, які відбуваються в гірничому масиві при видобутку вугілля. Це дозволило розробити науково обґрунтовані способи активного управління напружено — деформованим станом гірських масивів; оптимальні

параметри очисних вибоїв; методи прогнозування зон підвищеної газонасиченості; технології та засоби ефективного закріплення нестійких гірських масивів; інженерні рішення, що забезпечують надійну експлуатацію будівель і споруд; спеціальні мобільні системи для аварійно — рятувальних робіт.

Сутність усіх способів розробки корисних копалин, як виду інженерної діяльності людини, полягає в утворенні в масиві гірських порід порожнин різних форм і розмірів. Це призводить до порушення природного напруженого стану масиву з виникненням областей підвищених і знижених напружень і протіканням в них деформацій порід з різною швидкістю й інтенсивністю, перетворенням окремих ділянок масиву із суцільного в незв'язане сипке чи дискретне блокове середовище і зрушенням або обвалюванням порід в порожнини (виробки) аж до заповнення і утворення на земній поверхні мульд, зсувів і провалів.

В процесі деформації масив навколо гірничих виробок послідовно проходить дискретний ряд рівноважних станів, що відповідають певному співвідношенню фізико — механічних властивостей вміщуючих порід і рівню гірського тиску. Це кардинальним чином змінює наявні уявлення щодо перерозподілу напружено — деформованого стану в гірському масиві. Вперше встановлено, що процес втрати стійкості

виробки ініціюється формуванням і поперемінним втискуванням двох клиновидних областей вміщуючого масиву. Розроблена модель формування зони незворотних деформацій дає можливість аналізу обурень полів напружень при переході від одного дискретного рівноважного стану до наступного. Останній етап еволюції напружено — деформованого стану — обурення полів напружень, що приводить до втрати стійкості. На (рис. 1) чітко виділяється яскраво виражений «клин втискування» з кутом 90 — 1000 (виділений білими стрілками) і додатково можна відзначити область ущільнення (перем'ятих порід) (виділена трикутником), де перепад нормальних головних напружень стиснення складає більш чотирьох радіусів виробки. В цьому випадку зміщення контуру виробки, як правило, перевищують 500 мм. Ця теоретична модель повністю підтверджується практичними результатами (рис. 2).

Найбільш непередбачувані у вугільних шахтах вибухи метану. Однієї з причин вибу-

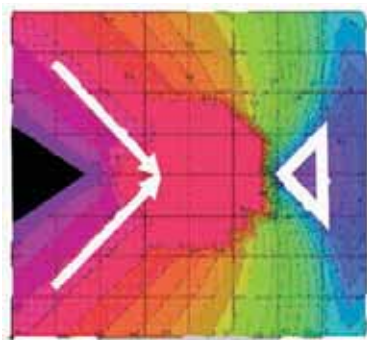


Рис. 1. Ізолнії обурень нормальних головних напружень навколо круглої виробки на стадії втрати стійкості.



Рис. 2. Втрата стійкості реальної гірничої виробки, що супроводжується формуванням «клин втискування» з утворенням ядра перем'ятих ущільнених порід

хів, за інших рівних умов, є аномальні виділення горючих газів в гірничі виробки. Природа цих аномалій достатньо різноманітна, проте, найбільш небезпечним вважається не прогнозоване і неконтрольоване сьогодні в шахтах виділення газів глибинного походження, у тому числі важких вуглеводнів. Слід зазначити, що межі вибухонебезпеки таких сумішей із повітрям значно нижче, ніж у метану. Важкі вуглеводні сприяють зниженню температури спалаху метаноповітряної суміші

і «розмиванню» меж її підривання.

У роботі теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено тезу, що у вугільних шахтах окрім метану, який генетично пов'язаний з вугільними пластами й органічною речовиною, що розсіяна у вміщувальних породах, зустрічається також метан і інші вуглеводні глибинного походження (термогенні й ендегенні) (рис. 3).

Метан глибинного походження по глибинних розломах, розломах кристалічного фундаменту й тектонічним порушенням в осадовій товщі мігрує в гірський масив, що розробляється, і формує в ньому зони аномального скупчення газів (рис. 4). Ці зони можна розглядати з одного боку, як зони формування небезпечних скупчень метану, в яких найбільш вірогідні проявлення газодинамічних

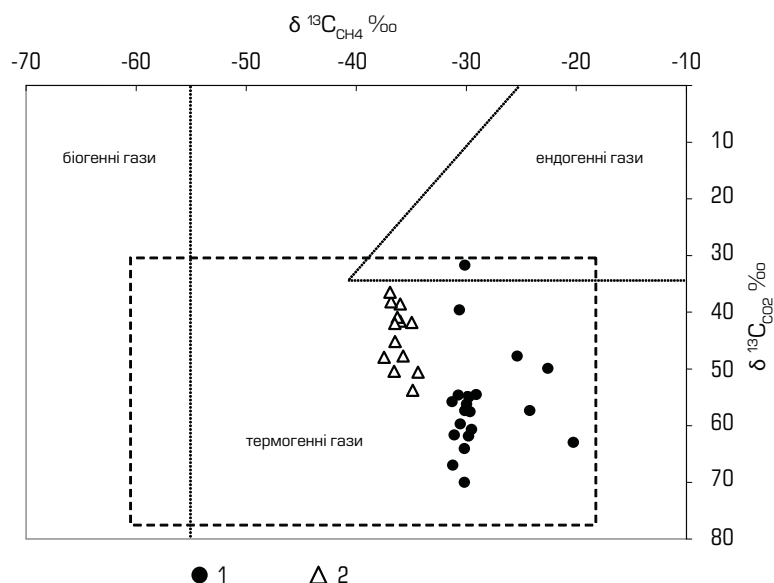


Рис. 3. Розподіл ізотопного складу вуглецю метану і вуглекислого газу у пробах газу шахт ім. О.Ф. Засядька (1) і «Червоноліманська» (2) на генетичній діаграмі в координатах $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ — $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$

явищ, а з іншого — як джерела довготривалого видобутку вуглеводневих газів у шахтах.

Визначальними факторами формування зон аномального скопчення газів є комплекс геологічних умов, що визначають закритість надр і схоронність підвищеного ступеня газонасиченості вугленосних відкладень газом вільної фази.

Геохімічними критеріями наявності міграції у вугільні шахти газів глибинного похо-

дження є зміст гелію (більше 0,001 — 0,030 %) і ізотопний склад вуглецю метану $\delta^{13}\text{CCH}_4$ не менше — 2,88 ‰.

Враховуючи подальше погіршення гірничо — геологічних умов і зростання навантажень на очисні вибої, високу актуальність має проблема діагностики фактичної газонасиченості привибійної зони вугільних пластів. Нормативні методи і засоби за прогнозом характеру і інтенсивності газовиділення в шахтах через неви-

соку достовірність і низьку надійність цю проблему не вирішують. Тому необхідно відмовитися від середніх величин, а замість них ввести поточне значення — тиск метану в вугіллі і ефективний коефіцієнт дифузії та контролювати ці параметри спеціальними вимірювальними пристроями на глибину добового посування вибою, що дозволить коректувати навантаження на очисний забій по газовому чинни — ку.

Для реалізації цього напрямку роботи виконано фундаментальні дослідження процесів масоперенесення метану у вугіллі. Встановлено, що кінетика газовиділення з тріщин, що розкриваються при проходженні хвилі розвантаження прямо пропорційна розміру тріщин та зворотно пропорційна кількості метану у вугіллі і коефіцієнту дифузії, при цьому швидкість виходу метану з сорбційного об'єму вугілля на два порядки перевищує швидкість хвилі розвантаження. На підставі отриманих результатів надана оцінка ефективності технології видобутку вугілля за часом формування небезпечної концентрації у вихідному струмені повітря. Уперше виявлено, що за інших рівних умов, головним параметром, який визначає оптимальний видобуток вугілля, є коефіцієнт масоперенесення метану у вугіллі (D_f), рівень якого змінюється від 10 — 4 м²/с до 10 — 14 м²/с. Величину коефіцієнту масоперенесення метану у вугіллі необхідно визначати при проведенні підготовчих вибоїв

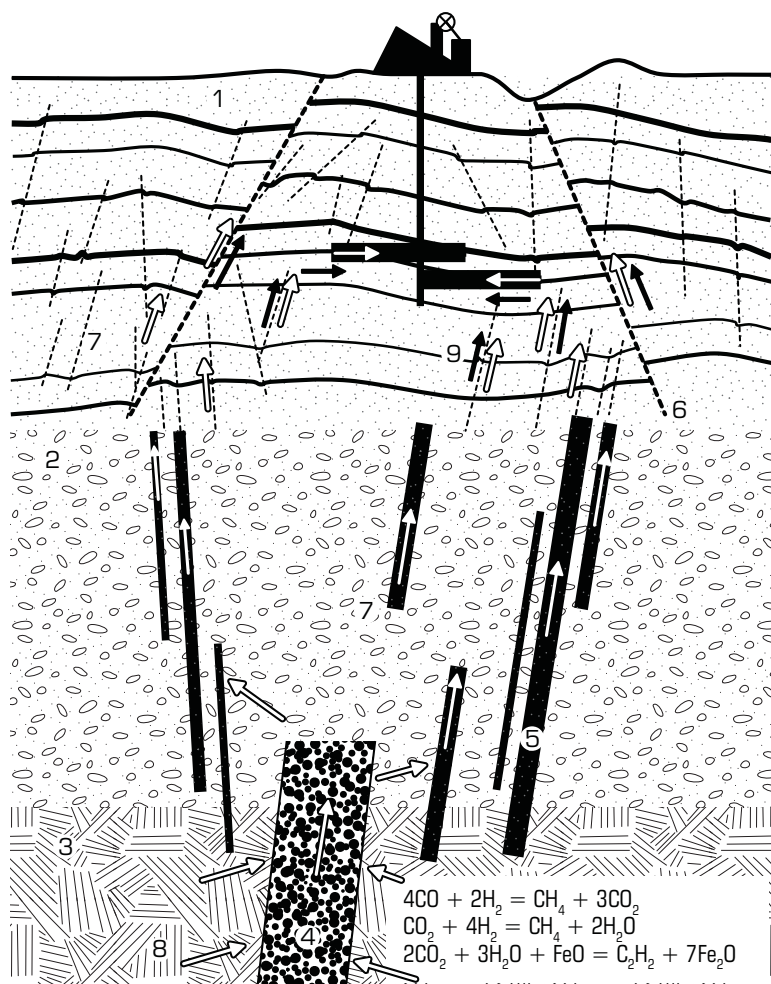


Рис. 4 — Схема міграції глибинних (ендогенних і термогенних) вуглеводнів у гірський масив і гірничі виробки

1 — осадова товща; 2 — кристалічний фундамент; 3 — мантія; 4 — глибинний розлом; 5 — розлом кристалічного фундаменту; 6 — великі диз'юнктивні порушення в осадовій товщі; 7 — локальні тектонічні порушення; 8 — ендегенні вуглеводні; 9 — термогенні вуглеводні

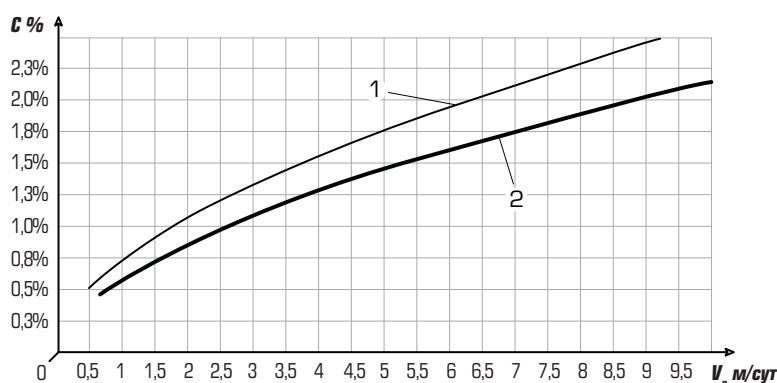


Рис. 5. Залежність концентрації метану в очисному вибої від швидкості просування лави:
1, 2 — відповідно, при максимальному та мінімальному значенні коефіцієнта дифузії метану з вугілля

бок по пласту: при значенні $Df < 10 - 10 \text{ м}^2/\text{с}$ швидкість просування очисного вибою обмежується технічними можливостями видобувної техніки; при призначенні $Df > 10 - 6 \text{ м}^2/\text{с}$ швидкість просування очисного вибою обмежується об'ємом повітря. Розроблено спосіб визначення допустимого навантаження на очисний вибій (рис. 5) і шахтний вимірювач масопереносу метану ШВММ (ДС — 03) (рис. 6).



Рис. 6. Шахтний вимірювач масопереносу метану ШВММ (ДС — 03)

Під час підземних пожеж отруйні речовини з повітряним потоком поширюються по виробкам. Перехід на аварійний режим провітрювання — єдиний засіб для рятування людей. Для оперативного рішення задач провітрювання підземних об'єктів у

аварійних умовах розроблено програмний комплекс «Вентиляція шахт», який дозволяє: моделювати пожежі; кількісно визначати величини теплової депресії пожежі; розраховувати зони загазування; визначати стійкість вентиляційних режимів в умовах ліквідації аварії; розробляти комп'ютерні версії плану ліквідації аварій (рис. 7).

Розроблено метод скорочення термінів ізоляції підземних пожеж за допомогою створення контуру рециркуляції продуктів горіння. Суть його полягає в багатократній подачі до вогнища пожежі газової суміші з малою часткою кисню, що сприяє припиненню горіння, перерозподілу теплоти по довжині вироблення і прискорення ліквідації пожежі більш ніж в три рази.

Розроблені методи стабілізації провітрювання шахти в умовах дії теплової депресії пожежі, визначена ефективність кожного методу і визначена область їх застосування. Аналіз архівних матеріалів показав, що в минулому

столітті дуже часто спостерігалися випадки масової загибелі людей в шахті через дію теплової депресії пожежі. Упровадження результатів досліджень привело до того, що в останні 15 років не було зафіксовано жодного такого випадку.

У вугільній промисловості України вірогідність аварій внаслідок обвалень гірських порід (16,9%) займає третє місце після аварій, що пов'язані з газодинамічними явищами (28%), але за абсолютними значеннями смертельного травматизму «обвали й обвалення породи» є основним травмуючим фактором. Тому для безпечного видобутку вугілля підземним способом в умовах розповсюдження нестійких порід розроблено вітчизняну скріплювальну суміш СКАТ, яка за усадкою, адгезією і міцністю на стискання порівнянна з кращими зарубіжними сумішами, володіючи при цьому меншою в'язкістю, токсичністю і вартістю. Її адгезійна міцність визначається наявністю функціональних груп з високою реакційною здатністю — карбоксильних, амідних і гідроксильних, здатних до відтворення міжфазних хімічних зв'язків, і становить 3,5 — 5,4 МПа. Незначний вміст метіленефірних зв'язків, при розкладанні яких виділяється формальдегід, забезпечує їй низьку токсичність, міцність на одноосне стиснення через 2 — 3 год. після початку ствердіння — 10 — 12 МПа, через добу — 32 — 44 МПа, через 5 діб — більше 60 МПа.

Зразки роздрібнених порід з додаванням 5 % суміші СКАТ закріплюються до 73 – 78 % міцності на одноосне стиснення непорушених зразків. Скріплювальну суміш СКАТ і технологію зміцнення порід впроваджено на 5 шахтах.

З урахуванням досліджених закономірностей деформування будівель на підроблених територіях створено метод визначення допустимих та граничних умов їх експлуатації на засаді деформаційного ресурсу. На підставі наявного досвіду і даних натурних спостережень встановлено допустимі за умов експлуатації та граничні за умов безпеки значення максимального розкриття тріщин у зовнішніх стінах житлових та громадських і виробничих будівель. Запропоновано класифікацію технічного стану будівель на підроблених територіях та розроблено систему локальних і загальних заходів щодо підвищення залишкового деформаційного ресурсу будівель, які призначають у залежності від їх технічного стану і прогнозованого впливу деформацій земної поверхні. Ці заходи впроваджено в проекти і рекомендації з підробки житлових, громадських і виробничих будівель міст Донецька, Горлівки, Кіровське, Жданівки, селищ Шевченко і Удачне, сіл Дмитрове і Новоукраїнка Донецької області; міст Соснівки і Червонограда Львівської області; міст Суходольська і Молодогвардійська та села Самсонівка Луганської області, що забезпечило видобування

вугілля з гарантією безпеки підроблених будівель.

Необхідність створення мобільних підйомних установок з автономним енергопостачанням зумовлена аваріями, що мають місце на людських підйомах та в шахтних стволах. Це приводить до неможливості забезпечення своєчасної евакуації шахтного персоналу при несправностях стаціонарних підйомних машин і стволового обладнання, які важко усунути, а також при тривалому зникненні електроенергії на підземному підприємстві. Для вирішення цієї задачі створена універсальна аварійно – рятувальна мобільна підйомна установка (АСППУ – 6,3), до складу якої входять пересувна підйомна машина, копрові шківни та універсальна кліть.

Вона забезпечує спуск – підйом людей, матеріалів і устаткування при аварійно – рятувальних роботах в шахтах глибиною до 1400 м. Головний зразок установки АСППУ – 6,3 виготовлений Новокраматорським машинобудівним і Донецьким експериментальним ремонтно – механічним заводами (рис. 7).

В цілому результати впровадження розробок авторів дозволили отримати значний соціальний ефект за рахунок підвищення безпеки праці, досягти сумарного економічного ефекту в розмірі 218 млн. грн. за рахунок своєчасної локалізації аварійних ситуацій, видобуто біля 5 млн. тонн вугілля під забудованими територіями без порушення будівель і споруд.



Рис. 7. Використання мобільної підйомної установки при ліквідації наслідків аварії на шахті ім. К.Маркса ДП “Орджонікідзевугілля”

БУДОВА ТА ЕВОЛЮЦІЯ ВСЕСВІТУ НА ГАЛАКТИЧНИХ ТА КОСМОЛОГІЧНИХ МАСШТАБАХ, ПРИХОВАНА МАСА І ТЕМНА ЕНЕРГІЯ: ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ТА СПОСТЕРЕЖНІ РЕЗУЛЬТАТИ



Берцик П.П.
Вавилова І.Б.
Караченцева В.Ю.
Павленко Я.В.
Пілюгін Л.С.
Головна астрономічна обсерваторія
НАН України

Жданов В.І.
Астрономічна обсерваторія
Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Жук О.І.
НДІ «Астрономічна обсерваторія»
Одеського національного університету
ім. І.І. Мечникова

Мінаков А.О.
Радіоастрономічний інститут НАН
України, м. Харків

Новосядлий Б.С.
Астрономічна обсерваторія
Львівського національного
університету ім. І. Франка

Пелих В.О.
Інститут прикладних проблем
механіки і математики ім. Я.С.
Підстригача НАН України

Сучасна космологія бере свій початок з робіт А. Ейнштейна, О. Фрідмана, Е. Габбла, В. Слейфера та Ж. Леметра. Наступною революційною віхою в її розвитку була модель гарячого Всесвіту, запропонована Г. Гамовим, яка знайшла підтвердження відкриттям реліктового випромінювання. І зовсім нещодавно, в 1997 – 1998 рр., було отримано дані щодо прискореного розширення Всесвіту та анізотропії реліктового випромінювання. У цих дослідженнях приймали участь великі команди науковців; керівників цих команд було удостоєно Нобелівськими преміями з фізики за 2006 та 2011 рік. Нещодавні дані, отримані супутником "Planck" (2013), дали чергове підтвердження, що частка звичайної баріонної матерії (БМ), до якої належать планети, зорі і галактики;

міжпланетні та міжгалактичні газ і пил, складає не більше 5 % від середньої густини матерії у Всесвіті. Основна частка припадає на темну енергію (ТЕ), її частка зараз становить біля 68%, та темну матерію (ТМ), – приблизно 27%.

Єдиним на цей час джерелом експериментальних даних, які підтверджують існування ТМ і ТЕ, залишаються астрономічні дослідження і лише з розгляду космологічних та астрофізичних систем можна отримати нові знання для побудови структури Всесвіту, макро – і мікроскопічних моделей ТМ і теоретико – польових моделей ТЕ. Останнє співзвучно ідеї А.Д. Сахарова про взаємопроникнення астрономії та теорії елементарних частинок, який було відбито у назві напрямку «Космомікрофізика». Саме характеристики фундамен-

тальних взаємодій обумовили характеристики реліктового випромінювання, розподіл фізичних та хімічних параметрів на галактичних і космологічних масштабах. Відповідно, ці фізико – хімічні характеристики зав'язані у спільному комплексі даних, потрібних для розуміння не тільки будови Всесвіту в сучасну і ранні епохи, але й структури ТЕ і ТМ.

Зазначені проблеми складають найбільш важливі елементи величної будови сучасної космології як науки про походження, еволюцію та структуру Всесвіту. Ця будова базується на сумарних зусиллях багатьох вчених з різних країн. І в ній є цеглини, закладені авторами даної роботи, які зробили значний внесок у розв'язання низки пріоритетних завдань як в теоретичному, так і в спостережному плані. Проблематика нашого комплексного дослідження відповідала трьом рівням відповідно до просторових та часових масштабів об'єктів вивчення.



1. На глобально – космологічному рівні виникала потреба аналізу узагальнень Стандартної космологічної моделі та відсіювання нежиттєздатних теорій, розробки моделей ТМ і ТЕ.

2. На позагалактичних масштабах дослідження будови Всесвіту виникала необхідність теоретичних передбачень космологічної моделі з холодною (тобто, нерелятивістською) темною матерією і космологічною сталою, а також її узагальнень. З іншого боку, цей напрямок вимагав детального аналізу новітніх спостережень великомасштабних структур Всесвіту та розробки нових методів отримання фізичних властивостей галактик, груп і скупчень галактик, та космологічних даних.

3. На галактичних масштабах виникала низка проблем, пов'язаних з дослідженнями та інтерпретацією фізико – хімічних властивостей галак-

тик, моделюванням їхньої еволюції. Це вимагало розробки ефективних методів отримання параметрів як окремих галактичних об'єктів, так і галактик в цілому (зоряне населення, міжгалактичне середовище, гало ТМ).

На кожному із цих трьох рівнів досліджень авторами отримано суттєво нові результати, які широко використовуються міжнародною астрономічною спільнотою.

ГЛОБАЛЬНІ МОДЕЛІ БУДОВИ ТА ЕВОЛЮЦІЇ ВСЕСВІТУ: ТЕОРІЯ ТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ

В сучасній фізиці існує чітке розуміння того, що розгляд дуже ранніх, зокрема, інфляційних (де розширення новонародженого Всесвіту відбувається за експоненціальним законом) стадій еволюції Всесвіту, а також природи ТЕ і ТМ вимагає істотних змін Стандартної космологічної моделі. В роботах авторів ці пріоритетні питання розглянуто в рамках моделей з додатковими просторово – часовими вимірами та з додатковими космологічними полями.

Багатовимірна космологія має фундаментальне значення не лише для космології та астрофізики, але і для фізики елементарних частинок. Пріоритетні результати у цьому напрямку було отримано в роботах О. Жука, які отримали широке визнання. У цих роботах знайдено низку нових точних розв'язків для бага-

товимірних космологічних моделей в класичній області, цінність яких полягає у тому, що вони дозволяють детально досліджувати динамічну поведінку зовнішніх і внутрішніх просторів і порівнювати цю поведінку зі спостережуваною картиною Всесвіту. Пріоритетні результати отримано щодо квантування цих багатовимірних моделей і пошуку нових точних розв'язків квантових рівнянь. Отримані точні розв'язки були першими з відомих розв'язків квантового рівняння Уілера – ДеВітта з багатовимірної космології. Ще один напрямок досліджень стосується космологічних моделей, де зовнішній (наш) простір поводить себе як спостережуваний Всесвіт, у той час як внутрішні простори є стабільно компактні – фікованими з планківськими масштабами.

У дослідженнях Б. Новосядлого моделей ТЕ зі скалярним полем вперше встановлено параметри ТМ, які випливають із даних спостережень наднових типу Ia, характеристики великомасштабної структури Всесвіту та анізотропії температури реліктового випромінювання. Доведено, що скалярне поле, як динамічна темна енергія із змінною густиною та параметром рівняння стану, дає можливість кращого узгодження зі спостереженнями, ніж стандартні моделі з космологічною сталою; разом із тим моделі без ТЕ слід відкинути на рівні

достовірності, більшому за 99,99%. В рамках нових моделей розширення та формування велико – масштабної структури у багатокomпонентному Всесвіті зі скалярним полем визначено пара – метри космологічної моделі Всесвіту та темної енергії. На основі синтетичних даних космічної обсерваторії «Planck» показано, що очікувані дані цієї обсерваторії щодо спектра потужності флуктуацій температури та поляризації реліктового випромінювання суттєво обмежують об – ласть параметрів квінтесенційних моделей темної енергії із змінним параметром рівняння стану.

Визначні відкриття у космології і астрофізиці часто супроводжуються критичним аналізом базових понять спеціальної (СТВ) та загальної теорії відносності (ЗТВ). В цьому напрямку в роботах В. Пелиха створено та обґрунтовано новий тензорний метод доведення теореми про додатність гравітаційної енергії в асимптотично плоских просторах ЗТВ, в тому числі і в присутності темної енергії, доведено геометричну природу спінорного поля Віттена. В. Ждановим досліджено проблеми однозначності розв'язків рівнянь динаміки зі скінченною швидкістю поширення взаємодій в СТВ, доведено збіжність ітераційної процедури, яка обґрунтовує застосування стандартних наближених методів.

Автори одними з перших пояснили потік галактик на Великий атрактор як наслідок великомасштабного піку збурення густини матерії, а також передбачили вплив такої структури на анізотропію температури реліктового випромінювання. Отримано принципово важливий висновок, що тензорна мода в реалістичних моделях раннього Всесвіту може давати внесок тільки на великих кутових масштабах. Результати авторів набувають першочергового значення в епоху становлення прецизійної космології, де важливим є розвиток методів спільного визначення параметрів космологічних моделей одночасно за сукупністю усіх наявних даних.

ВЕЛИКОМАСШТАБНІ РОЗПОДІЛИ МАТЕРІЇ: МЕТОДИ І АНАЛІЗ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Карликові галактики низької поверхневої яскравості (КГНПЯ) складають найчисленнішу популяцію галактик у Всесвіті і є ідеальними лабораторіями для дослідження процесів зореутворення в галактиках та проблеми темної матерії. В результаті пошуків карликових галактик на Першому Паломарському огляді неба В. Караченцевою було знайдено близько 400 об'єктів, більша частина з яких не була каталогізована раніше. На основі оригінальних результатів та критичного аналізу відомих на 1986 р. спостережених даних створено рефера-

тивний Каталог карликових галактик низької поверхневої яскравості (1500 галактик), що охоплює все небо, розроблено схему морфологічної класифікації КГНПЯ. Застосований І. Вавиловою до цього каталогу кластерний аналіз вперше дозволив отримати кількісні характеристики і виявити принципову різницю у розподілах галактик з різним типом



населення на масштабах скупчень галактик Діва і Піч та у обсязі Місцевого Надскупчення. В.Караченцева на оглядах неба POSS – II, ESO/SERC та SERC/EJ вперше виявила 327 нових карликових членів; на великих радіотелескопах проведено спостереження у лінії HI 21 см всіх кандидатів, отримано променеві швидкості, ширини лінії та потоки. Ці результати стали основою потужних міжнародних проєктів з використанням Космічного телескопу Габбла, в яких

за участю В. Караченцевої проведено спостереження КГНПЯ на відстанях до 10 Мпк та отримано фундаментальний результат – побудовано тривимірну картину розподілу галактик Місцевого об'єму. На основі оригінальних спостережень та літературних даних в роботах В. Караченцевої створено Каталог сусідніх галактик (CNG), що охоплює все небо та містить 451 галактику Місцевого об'єму з оцінками променевих швидкостей, індивідуальних відстаней, оптичних та радіо – характеристик. Ці дані мають принципове значення для відбору космологічних моделей, і широко використовуються для вивчення фізичних властивостей галактик. Перший і на цей час широко визнаний як найбільш репрезентативний та повний Каталог ізольованих галактик (KIG) був створений на основі оригінального критерію відбору. Вперше була визначена каталожна частка ізольованих галактик (близько 4%), які є своєрідними етальонними об'єктами, оскільки не зазнавали динамічного впливу від сусідів протягом останніх 1 – 2 млрд. років. На матеріалі інфрачервоного огляду 2MASS створено новий каталог ізольованих галактик, 2MIG, що містить 3227 об'єктів. Зазначимо, що на цей час у світі існує лише три вибірки ізольованих галактик, що охо-

плюють все небо, серед яких і 2MIG (80 Мпк).

Авторами з використанням фрактального та хвилькового аналізу, мозаїки Вороного розроблено нові методи вивчення великомасштабної структури та кластеризації позагалактичних об'єктів. Це дозволило І. Вавиловій виявити залежності між морфологічним типом, показником кольору та іншими параметрами галактик, що входять у групи різної кратності. Отримані відношення «маса – світність» галактик дозволили оцінити вміст ТМ у малочисельних групах та зробити висновок, що у групах, де переважають галактики пізніх типів, ТМ концентрується в гало групи. Серед небагатьох явищ, що дають інформацію про будову найвіддаленіших об'єктів та розподіли маси у Всесвіті, є явище гравітаційного лінзування. Одним із засновників його використання в Україні був А. Мінаков: його перша робота (1975, у співавторстві) на двадцять років випередила аналогічні роботи західних вчених. Піонерською була також перша в світі монографія (П.В. Бліох, А.О. Мінаков, 1989) з проблем гравітаційного лінзування. Цими та наступними дослідженнями було створено основи теорії гравітаційного лінзування, що базуються на досвіді харківської радіофізичної школи. В роботах В. Жданова з астрометричного мікролінзування вперше показано, що

в позагалактичних ГЛС рухи зображень мікролінзованих квазарів можуть бути порівняними з власними рухами самих квазарів.

ХІМІЧНА ЕВОЛЮЦІЯ ГАЛАКТИК: НОВІ МЕТОДИ І РЕЗУЛЬТАТИ

На основі нового методу перевизначено вміст кисню в гігантських спіральних галактиках і показано, що вміст кисню у Всесвіті є в два – три рази нижчим, ніж приймалось раніше.

Побудовано мультифрагментну модель хімічної еволюції Галактики, яка дозволяє узгоджено пояснити спостережувані дані для гало та диску Галактики, чого не вдалося зробити в рамках канонічної моделі. Розвинуто концепцію збагаченого галактичного вітру, що містить залишки масивних зір, збагачені важкими елементами речовини, які утворюються під час спалахів наднових і залишають галактику, не змішуючись з міжзор'яним середовищем. Вперше показано, що ефекти впливу звичайного галактичного вітру та збагаченого галактичного

вітру на хімічну еволюцію галактик є принципово різними. Вперше показано, що моделі з урахуванням збагаченого галактичного вітру пояснюють відому залежність «світність — металічність» для карликових галактик, тоді як моделі зі звичайним галактичним вітром не пояснюють цієї залежності. Встановлено часову шкалу синтезу азоту у Всесвіті. Знайдено, що вміст азоту в галактиці залежить від інтенсивності процесів зореутворення. Показано, що відношення вмісту азоту до вмісту кисню є індикатором часу, що пройшов від моменту формування основної частки зір галактики.

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ ГАЛАКТИЧНИХ СИСТЕМ

Вперше з використанням найсучасніших комп'ютерних технологій проведені безпрецедентні (за кількістю частинок та часового відрізка інтегрування) роботи з високоточного динамічного моделювання еволюції галактичного центру, включно із рухом надмасивної чорної діри. Ці роботи дали змогу суттєво уточнити ранні аналітичні розрахунки «граві-

таційного броунівського руху» чорної діри в розподілі поля зір і дати оцінки маси центрального невидимого тіла, що добре збігаються з прямими вимірами. Вперше показано, що характерний час злиття чорних дір у центрі галактик при типових параметрах мас і кутових моментів орбіт чорних дір становить приблизно 1 млрд років. Вперше проведено високоточне чисельне інтегрування еволюції подвійної чорної діри в центрі галактик.

ФІЗИКА ТА ЕВОЛЮЦІЯ МАЛОМАСИВНИХ ЗІР

Маломасивні зорі є важливою складовою прихованої баріонної матерії. В піонерських роботах Я. Павленка з дослідження спектрів ультрахолодних карликів та коричневих карликів було показано можливість реалізації так званого «літєвого тесту» для визначення підмножини коричневих карликів серед маломасивних зір диску Галактики; прямі спектральні спостереження області резонансного дублета літію вперше показали наявність лінії літію в атмосфері першого з відкритих коричневого карлика Teide1, навіть за наявності сильного поглинання випромінювання в смугах TiO. В роботах 1997 – 2008 рр. розроблено та реалізовано методику розрахунків спектрів зір пізніх спектральних класів та коричневих карликів з врахуванням поглинання атомами та молекулами. Це дало змогу визначити вміст літію в атмосфері Teide1 та низки молодих коричневих карликів з розсіяних зоряних скупчень. Проведені дослідження процесів формування



спектрів карликів спектрального класу L показали можливість застосування «літєвого тесту» для визначення субзоряної природи маломасивних L — карликів. Розроблено методу розрахунків профілів надсильних ліній поглинання натрію та калію, які домінують в оптичному діапазоні спектрів L — карликів. Виконано піонерські дослідження з вивчення формування ліній літїю в атмосферах молодих маломасивних зір диску Галактики та його гало з урахуванням відхилень від умов локальної термодинамічної рівноваги; отримані результати, зокрема, щодо вмісту літїю в атмосферах класичних та слабких зір типу T Тау стали на сьогодні класичними.

ВИСНОВКИ

Отримані результати суттєво збагачують наші знання про будову та еволюцію Всесвіту на галактичних та космологічних масштабах, створюють теоретичну і експериментальну основу для розуміння природи темної матерії і темної енергії. Основні здобутки авторського колективу, що мають пріоритетний характер, такі:

Створено нові теоретичні моделі глобальної будови Всесвіту з додатковими вимірами, знайдено нові класичні та квантові розв'язки, отримано спостережні обмеження на параметри цих моделей; запропоновано багатовимірні моделі виникнення ТМ і ТЕ. Розроблено космологічні моделі зі скалярним полем у ролі динамічної ТЕ і вперше



встановлено обмеження на параметри ТМ, які впливають із даних спостережень. На цій основі, задовго до публікації відомих результатів стосовно прискорення космологічного розширення, зроблено висновок про ненульове значення космологічної сталої. З'ясовано принципові питання загальної теорії відносності для обґрунтування базових принципів Стандартної космологічної моделі.

Створено оригінальні каталоги галактик за спостереженнями на різноманітних телескопах світу, у т.ч. космічного телескопу Габбла, які широко використовуються міжнародною спільнотою. Запропоновані нові підходи до аналізу скупчування велико-масштабних структур Всесвіту, що дозволили отримати надійні дані про вміст ТМ у групах галактик. Одними з перших у світі розроблено послідовний теоретичний апарат гравітаційного лінзування; передбачено нові фотометричні та астрометричні ефекти, що дають змогу оцінювати розподіли маси в позагалактичних системах.

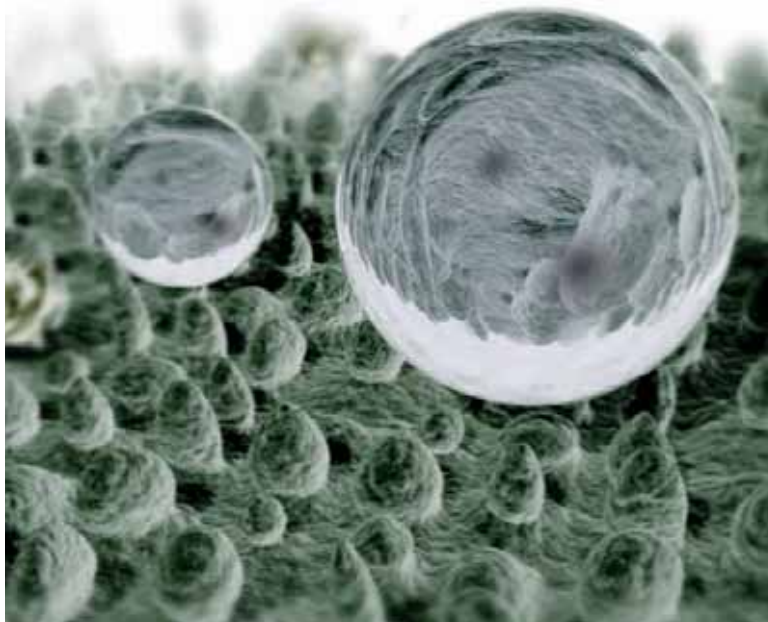
Запропоновано нові підходи до визначення хімічного складу речовини в галактиках; показано, що вміст кисню у Всесвіті є в два — три рази нижчим, ніж вважалося до цього часу. Вперше побудовано мультифрагментну модель хімічної еволюції Галактики, яка подолала неузгодженості старої (канонічної) моделі, вперше розроблено самоузгоджену чисельну модель хемодинамічної еволюції галактики; проведено безпрецедентні за роздільною здатністю чисельні моделювання еволюції галактичного центру. Розроблено нову методику розрахунків спектрів зір пізніх спектральних класів та коричневих карликів; виконано пріоритетні дослідження формування ліній літїю в атмосферах молодих маломасивних зір, які складають численну популяцію компактних об'єктів Галактики.

Результати досліджень мають не тільки наукове, а й значне світоглядне значення, оскільки поглиблюють розуміння найбільш фундаментальних питань, пов'язаних з будовою та еволюцією Всесвіту.

Баранник Є. О.
Литвиненко С. В.
Марусенко А. І.
Фірма «Радмір» ДП ПАТ
«АТ Науково – дослідний інститут
радіотехнічних вимірювань»

Орел В. Е.
Щепотін І. Б.
Національного інституту раку

ПРИЛАДИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТА МАГНІТНОЇ НАНОТЕРАПІЇ РАКУ



Рак є другою за кількістю померлих причиною смерті після хвороб серця. Щороку в усьому світі 7 мільйонів людей вмирають від наслідків раку. В Україні за рік помирає від раку 85 тис. онкологічних хворих. Послідовне вирішення цієї проблеми неможливе без нових апаратів і засобів, здатних до діагностування раку на ранніх стадіях його розвитку та ефективних методів терапії злоякісних пухлин з наступним діагностуванням результатів ефективності та прогнозу лікування. Над вирішенням цих фундаментальних проблеми працюють такі всесвітньо відомі наукові колективи, як, наприклад, Кавендішська лабораторія Кембриджського універ-

ситету у Великій Британії, Лос – Аламоська національна лабораторія у США, Мюнхенський технічний університет у Німеччині та інші, а також розробники сучасного наукоємного медичного обладнання General Electrics, Siemens, Philips, MagForce Nanotechnologies AG тощо.

З точки зору біофізики та молекулярної біології рак не є специфічним захворюванням. Рак виникає в результаті випадково виникаючих мутацій, а злоякісній пухлині притаманна молекулярна і клітинна гетерогенність внаслідок багатофакторності онкогенних процесів. Існує декілька підходів до діагностики та лікування злоякісних

пухлин, що є перспективними з точки зору фахівців з медичної фізики та інженерно – технічних дисциплін. Вони полягають у застосуванні сучасних уявлень про фізику взаємодії з такими об'єктами фізичних полів різної природи. А також про їх механічний, хімічний, електричний та магнітний відгук на комбіновану дію різних полів.

Наведені дані свідчать про велику науково – технічну та соціальну важливість промислового виробництва новітніх приладів діагностики та терапії раку із застосуванням принципово нових засобів, розроблених шляхом вирішення зазначених фізико – технічних та біоінженерних задач.

Виходячи з цього міждисциплінарний авторський колектив у складі доктора фізики – математичних наук, професора Баранника Є.О., член – кореспондента НАМН, доктора медичних наук, професора, Дикан І.М., лікаря Лінської Г.В., кандидата технічних наук Литвиненка С.В., кандидата технічних наук Марусенка А.І., доктора біологічних наук, професора Орла В.Е., інженера Пупченка В.І., кандидата технічних наук Романова А.В., доктора технічних наук Шевченка А.Д. та доктора медичних наук, професора Щепотіна І.Б. поставив перед собою мету створити прилади та засоби для діагностики та магнітної нанотерапії раку на основі особливостей ефектів взаємодії УЗ, ЕМ

хвиль, магнітного та теплового поля з тканинами злоякісних пухлин. Комплексний міждисциплінарний підхід був заснований на теоретичному обґрунтуванні, технологічній розробці та експериментальній перевірці принципово нових науково – технічних рішень у галузі медичної фізики та сучасної цифрової електроніки, що базуються на концепції тераностики, ключовою частиною якої є персоналізована медицини при одночасній діагностиці та лікуванні окремих пацієнтів.

Шляхом всебічного теоретичного та експериментального дослідження особливостей локального формування УЗ полів та відгуку м'яких тканин при їх взаємодії з біологічними об'єктами була вперше з'ясована низка механізмів формування УЗ лінійного та нелінійного відгуку м'яких тканин та спектрів доплерівського відгуку при різних режимах візуалізації злоякісних пухлин [1 – 3]. Це дозволило підвищити якість візуалізації та запровадити у промислових зразках апарату ULTIMA крім загальноприйнятих режимів візуалізації низку комбінованих (дуплексних, триплексних тощо) режимів з відтворенням зображень у реальному часі, що підвищує якість діагностики злоякісних пухлин. З цієї ж метою було розроблено низку нових алгоритмів, що використовуються у різних режимах роботи діагностичних комплексів. Серед них, зокрема, запатентовані алгоритми цифрової адаптив-

ної фільтрації сигналів для придушення спекл – шумів, прецизійного вимірювання параметрів рухів біологічних об'єктів з одночасним придушенням спекл – шумів, УЗ прецизійного вимірювання вібраційних рухів біооб'єктів включно з вимірюванням переміщень стінок судин (WTrack), вимірювання пульсаційних швидкостей та індексу пульсацій потоків крові та інші. Запропоновані і реалізовані оригінальні версії алгоритмів синтезу цифрової комплексної огинаючої сигналу УЗ відгуку та комплексного доплерівського сигналу, спектрального доплерівського оцінювання у неперервному та імпульсному режимах доплерівської візуалізації, алгоритмів формування сигналів відгуку за допомогою нелінійних гармонік випромінювання, а також за допомогою багаточастотного та багаторакурсного сканування.

Вперше за допомогою УЗ доплерівського методу проведено теоретичні та експериментальні дослідження зсувних деформацій і хвиль у м'яких тканинах, індукованих силою радіаційного тиску потужних пучків УЗ хвиль, та розроблено фізичні засади принципово нового зсувно-хвильового доплерівського ВЕ – режиму кількісного визначення та доплерівської візуалізації в'язко – пружних властивостей тканин. Таким чином започаткований принципово новий УЗ метод діагностики пухлин та за допомогою промислових зразків апарату

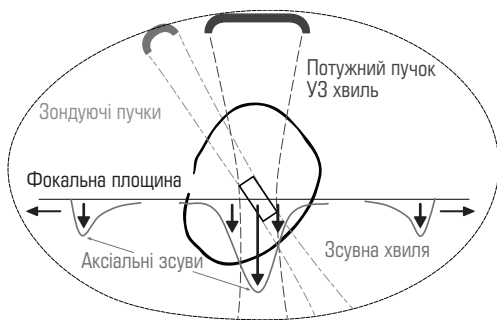


Рис. 1. Томографічна схема УЗ і зсувних хвиль з урахуванням зсувних деформацій, збуджених силою радіаційного тиску (зліва) та ультразвукові діагностичні прилади серії ULTIMA SM (справа)



ULTIMA клінічно доведена його висока ефективність для діагностики злоякісних пухлин (рис. 1).

В методі зсувнохвильової доплерівської еластографії радіаційний тиск сфокусованого пучка в тканинах обмежується в основному фокальною областю, що дозволяє говорити про своєрідний віртуальний «акустичний палець». Застосування оригінальних прецизійних доплерівських методів вимірювання індукованих зсувних переміщень і швидкості зсувних хвиль дозволяє значно більш ефективно вимірювати на метрологічній основі пружність м'яких тканин пацієнтів при діагностиці злоякісних новоутворень ніж

традиційна пальпація, яку проводять зазвичай лікарі.

В процесі розробки було експериментально отримане перше у світі УЗ зображення просторового розподілу зсувної жорсткості у фантомі злоякісної пухлини [4], що показано на Рис. 2. При ультразвуковій діагностиці у традиційному В – режимі у зображенні желатинового

фантому «пухлину» можна було побачити тільки завдяки додаванню до його матеріалу порошку оксиду алюмінію, який підсилює відбивну здатність фантому на фоні оточення. В той час як на еластографічному зображенні чітка визначеність контурів та розташування фантому пухлини обумовлені застосуванням методу зсувнохвильової еластографії і не залежать від відбивної здатності.

Відомо, що дві злоякісні пухлини навіть одного виду генетично неідентичні. Пухлинним клітинам властива гетерогенність, тобто структурна атипія та поліморфізм, що виражається в зміні параметрів форми, кількості та асиметрії їх органел. Тому розробка алгоритмів ультразвукової діагностики раку спиралася на

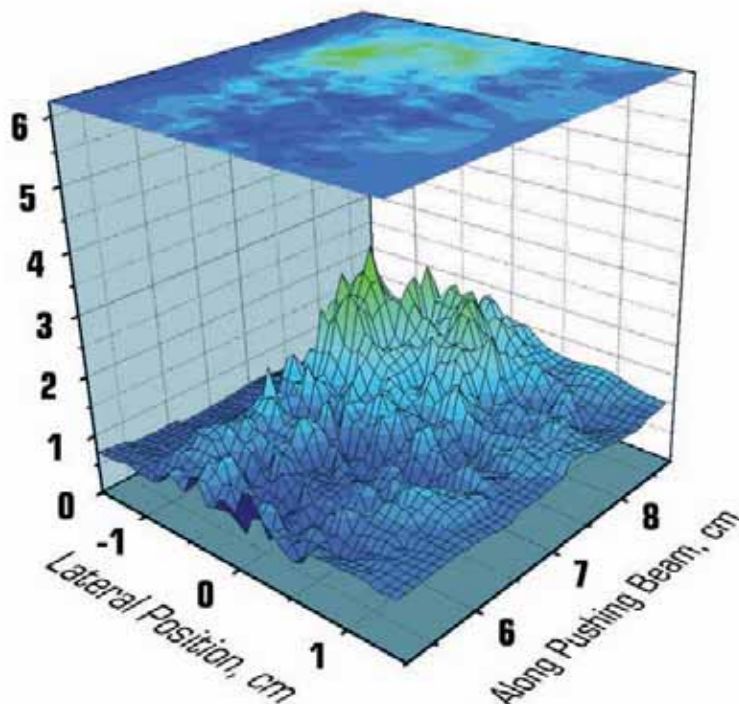
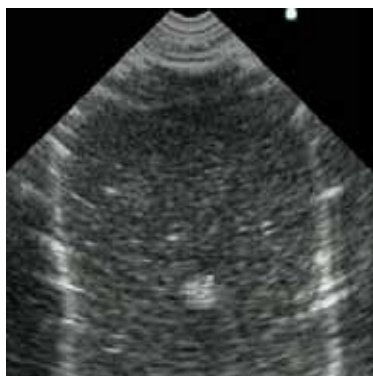


Рис. 2. УЗ В – зображення жорсткої неоднорідності у фантомі м'якої тканини (зліва) та її еластографічне зображення в площині сканування (справа).

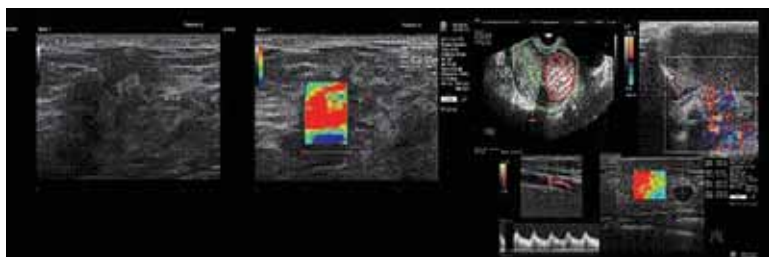


Рис. 3. В – зображення раку грудної залози (зліва) та його кольорове ВЕ – зображення з визначенням модуля Юнга в області вогнищового ураження (зліва). Діагностика злоякісних новоутворень за допомогою апаратів ULTIMA (справа).

проведену нами комп'ютерну формалізацію гетерогенних явищ, що виникають при розвитку злоякісних пухлин на різних ієрархічних рівнях організму [5]. Винайдені в процесі роботи особливості зміни ряду статистичних показників онкологічних хворих були використані з метою розробки алгоритмів та оригінальної комп'ютерної програми «Chaos & Image» для ультразвукової діагностики раку [6]. З метою кількісної оцінки пружних властивостей м'яких тканин було розроблено новітній метод обчислення модуля Юнга і зсувної в'язкості м'яких тканин та побудови їх просторового розподілу за даними про швидкість зсувних хвиль, індукованих силою радіаційного тиску потужного УЗ пучка хвиль у принципово новому ВЕ – режимі з визначенням модуля Юнга [7]. Результати обчислення модуля Юнга та зсувної в'язкості для кожної точки в

межах вікна картування, що задається користувачем, передаються на екран монітора для кольорового відображення в червоно – синій шкалі. Для області інтересу у вікні картування визначаються також і виводяться на екран монітору середнє, мінімальне та максимальне значення модуля Юнга. Приклад зображень, що отримуються за допомогою ВЕ – режиму зсувнохвильової доплерівської еластографії, показані на рис. 3.

Приведений приклад свідчить про більш суттєві можливості діагностичних ознак при аналізі зображення у ВЕ режимі з визначенням модуля Юнга в області вогнищового ураження злоякісної пухлини ніж у традиційному В – зображенні. Отже, для всебічної діагностики за допомогою сканерів ULTIMA злоякісних новоутворень та оцінки ефективності магнітної нанотерапії раку надаються наступні мож-

ливості: визначення розмірів і геометрії уражених злоякісними пухлинами органів; ступеню васкуляризації пухлинних тканин; інтенсивності кровотоку в судинах пухлини; винайдення величини модуля Юнга в пухлині та показників його просторового розподілу.

Для подальшої реалізації концепції тераностики, тобто вже етапу лікування, вперше у світі була розроблена механомагнетохімічна технологія синтезу протипухлинного магніточутливого наноконструксу в механомагнітному нанореакторі. Технологія механомагнетохімічного синтезу заснована на впливі електромагнітних полів на процес механохімічного синтезу магніточутливого протипухлинного наноконструксу. Реалізація цієї технології заснована на використанні запатентованої оригінальної конструкції механомагнітного нанореактору на основі високопрецизійного механохімічного реактору з лінійним двигуном, індуктором з високочастотним генератором, частотоміром та постійним магнітом й комп'ютерною програмою для її реалізації (рис 4).

Розроблена інноваційна біоінженерна технологія протипухлинної дії механомагнітохімічно синтезованого

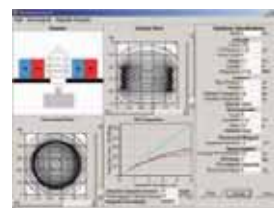
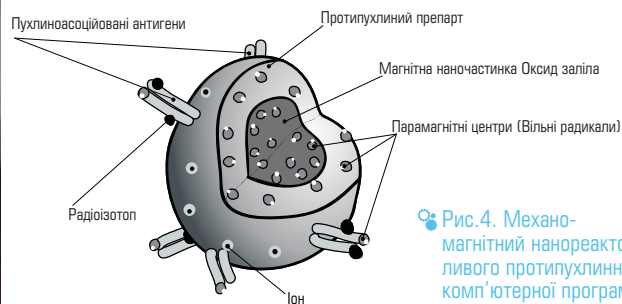
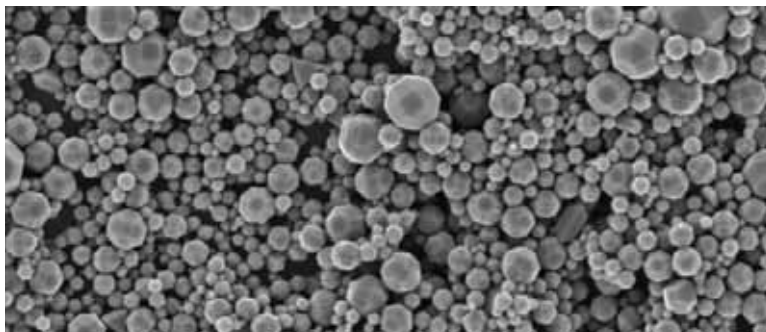


Рис.4. Механо-магнітний нанореактор (а) для синтезу магніточутливого протипухлинного наноконструксу (б) та вікно комп'ютерної програми (в) для розрахунку параметрів магніточутливого протипухлинного наноконструксу



магніточутливого комплексу (рис.5а) заснована на трьох принципах: перший – локалізація магніточутливого комплексу в злоякісній пухлині за допомогою оригінального запатентованого магнітно – дипольного аплікатора (рис.5б), що дозволяє за допомогою постійного магнітного поля обмежити негативні побічні ефекти в здорових тканинах [8]; другий – оптимізація магнітного моменту насичення і концентрації парамагнітних центрів та іонів при синтезі магніточутливого комплексу в механомагніт-ном реакторі для підвищення ефективності його цільовий (таргетной) доставки в пухлину[9]; третій – посилення накопичення магніточутливого комплексу в результаті

посилення кровотоку та послідує ініціювання високореакційними частинками з неспареними електронами, що зветься вільними радикалами, окисативного стресу в пухлині за допомогою просто-рово – неоднорідного електромагнітного та теплового поля інноваційним запатентованим апаратом «Магнітерм» (рис.5в) [10].

Було розроблено комплекти технічної документації на апаратно – програмний комплекс згідно вимог стандартів EN ISO 13485:2003 та ISO 9001:2008 для серійного випуску та розпочате промислове виробництво вітчизняних УЗ діагностичних апаратів серії ULTIMA різного класу та апарату МАГНІТЕРМ, що

за своїми можливостями та наукоємністю відповідають найвищому світовому рівню. За результатами технічних, доклінічних і клінічних випробувань прилади та засоби для діагностики та магнітної нанотерапії раку були сертифіковані, що дозволяє їх використовувати в клінічній практиці у медичних закладах України та Росії.

На рис.6 наведено технологію магнітотермії раку грудної залози апаратом «Магнітерм» та результати лікування. Спочатку проводять планування просторового розподілу електромагнітного поля аплікатора апарата «Магнітерм» в пухлині та метастазах використовуючи спеціальне розроблене авторами програмне забезпечення «Magnitherm Field» (рис.6. а), вводять ліки та опромінюють пацієнтку згідно комп'ютерного плану (рис.6. б). Контроль температури та інтенсивності ЕМП в зоні опромінення проводять оригінальними волоконно – оптичними датчиками з візуалізацією вимірювальних параметрів на моніторі ноутбука. При порівнянні

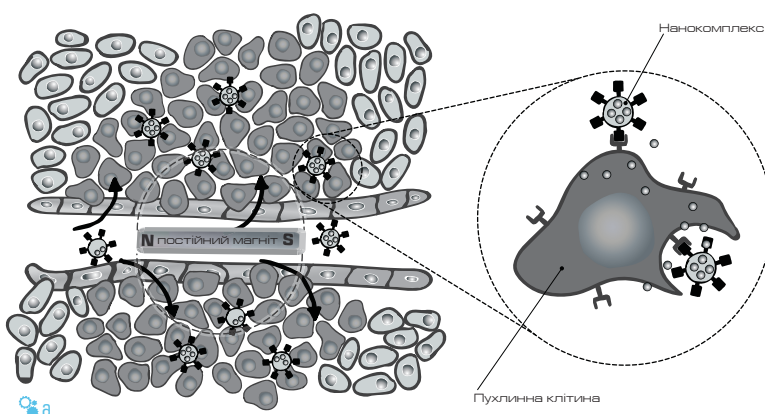


Рис. 5. Біоінженерна технологія (а) , магнітно – дипольний аплікатор в склад якого входить: 1 – аплікатор петльового типу ; 2 – магнітні диполі; 3 – тримач, 4 – постійний магніт) (б) та апарат «Магнітерм» (в) для реалізації магнітної нанотерапії раку

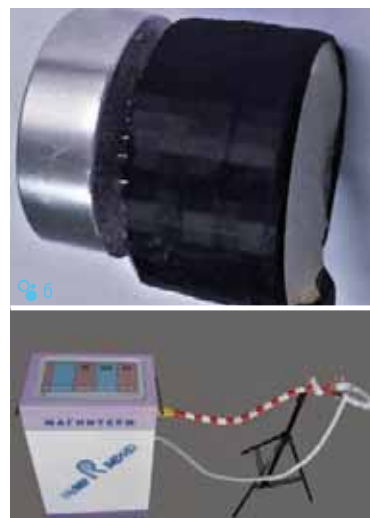




Рис. 6. Технологія комп'ютерного планування(а), магнітотермія раку грудної залози апаратом «Магнітерм»(б) та результати лікування(в,г).

зі знімками мамограм на рис.6.в та 6.г пухлинний вузол у верхньо — зовнішньому квадранті зменшився до 1 см у діаметрі, контури не чіткі. Тобто результат лікування — часткова регресія пухлинного вузла на 56%. У подальшому можливе проведення органозберігаючої операції у хворой.

Були розроблені та затверджені в МОЗ України методичні рекомендації «Комплексне лікування онкологічних хворих з використанням апарату МАГНІТЕРМ». Результати аналізу клінічних

досліджень з вивчення ефективності та токсичності лікування онкологічних хворих з використанням вітчизняних УЗ діагностичних апаратів ULTIMA та апарату МАГНІТЕРМ свідчать про їх високу діагностичну та терапевтичну ефективність. Пацієнтки з груп низького ризику резистентності трофобластичної пухлини після лікування завагітніли та народили дітей. Розроблені прилади та засоби успішно працюють й надалі впроваджуються в клінічну практику медичних закладів України, експортуються за її

межі. Протягом 2005 — 2012рр. у Росію, Литву, Ісламську Республіку Іран, Білорусь, Японію та Китайську Народну Республіку експортовано приладів на суму понад \$300 тис. і 16 млн. рублів. Додатково у Китайську Народну Республіку, де налагоджене збирання приладів на базі ULTIMA, у 2007 — 2011рр. було експортовано 1060 машинокомплектів на суму \$6,53 млн. Медичним закладам України за 2004 — 2012рр. було надано 597 приладів на суму 149,6 млн. грн.

Література

1. Баранник Е.А., Кадников О.Г. О нелинейных источниках в области наложения сходящихся сферических волн // Акуст. журн. — 1987. — 33, N2. — С.353 — 354.
2. Skresanova I.V., Barannik E.A. Correlation functions and power spectra of Doppler response signals in ultrasonic medical applications // Ultrasonics — 2012. — 52, N5. — P.676 — 684.
3. Barannik E.A. Pulsed Doppler flow — line spectrum for focused transducers with apodized apertures // Ultrasonics. — 2001. — 39, N2. — P.311 — 317.
4. Barannik E.A., Girnyk S.A., Tovstiyak V.V., Marusenko A.I., Emelianov S.Y., Sarvazyan A.P. Doppler ultrasound detection of shear waves remotely induced in tissue phantoms and tissue in vitro // Ultrasonics. — 2002. — 40, N1 — 8. — P.849 — 852.
5. Орел В.Э. Хаос и рак, механохимия, механоэмиссия // К.: АОЗТ «Телеоптик», 2002. — 296с.
6. Orel V.E., Kozarenko T., Galachin K., Romanov A., Morozoff A. Nonlinear Analysis of Digital Images and Doppler Measurements for Trophoblastic Tumor // Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Science — 2007. — 11, N.3. — P.309 — 331.
7. Патент України №100611. Спосіб ультразвукового вимірювання пружності біологічних тканин в реальному часі та пристрій для його здійснення / Бойченко Ю.П., Динник О.Б., Лінська Г.В., Литвиненко С.В., Марусенко А.І. та ін. — Зареєстр. в Держ. реєстрі 10.01.2013 р. — 2013.
8. Патент України №79982. Пристрій для магнітної нанотерапії / Орел В.Е., Орел В.Б. — Зареєстр. в Держ. реєстрі 13.05.2013 р. — 2013.
9. Орел В.Э., Щепотин И.Б., Смоленка И.И., Крячок И.А., Коровин С.И., Паливец А.Ю., Цип Н.П., Зотиков Л.А., Романов А.В., Дзятковская Н.Н., Литвиненко С.В., Смотров И.В. Радиочастотная гипертермия злокачественных новообразований, нанотехнологии и динамический хаос // Тернополь: ТПМУ, "Укрмедкнига", 2012. — 448с.
10. Orel V.E., Kudryavets Yu.I., Bezdenezhnikh N.A., Danko M.I., Khronovskaya N.N., Dzyatkovskaya N.N., Burlaka A.P. Mechanochemically activated doxorubicin nanoparticles in combination with 40MHz frequency irradiation on A — 549 lung carcinoma cells // Drug Delivery — 2005. — 12, №3. — P.171 — 178.

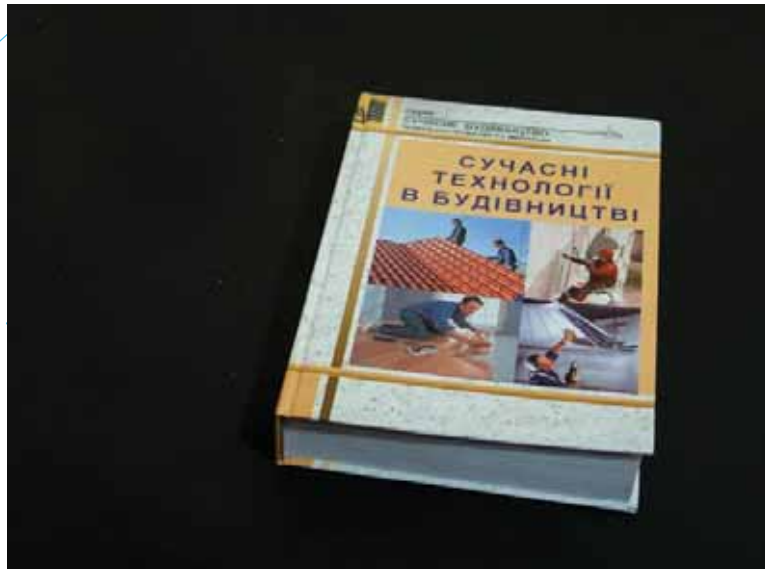
Сьогодні ми бесідуємо з Анатолієм Францевичем Петровським, генеральним директором строительной компанії «Инап и К».

Кор.: Анатолій Францевич! Ви совмещаете роботу на стройке, с профессорской деятельностью на кафедре «Технология строительного производства» Одесской академии строительства и архитектуры. Специалисты кафедры благодаря, в том числе, и Вашей помощи создали учебник «Сучасні технології в будівництві». Учебник неодноразово принимал участие в национальных и международных конкурсах, которые проводило Министерство образования и науки Украины. На протяжении нескольких лет он является победителем в номинации «Учебники нового поколения». В чем секрет его успеха?

А.Ф.: Он очень прост — это форма и содержание учебника. Учебник издан в цвете, с огромным количеством иллюстраций. Им удобно пользоваться. Каждый раздел имеет цветные колоннотитлы. Они видны даже при закрытой книге. Но самое главное не это. Кроме традиционной (бумажной) версии он имеет еще 4 приложения: электронная форма, слайд — шоу — для самостоятельной работы студентов (443 слайда), мультимедийные презентации для преподавателей с возможностью редактирования. В них анимации и видеофрагменты новых технологий (51 фрагмент).

Новые формы позволили существенно изменить содер-

«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ» УЧЕБНИК НОВОГО ПОКОЛЕННЯ.



жание и систему изучения излагаемого курса.

Кор.: В чем же состоят эти изменения?

А.Ф.: Прежде всего — значительное увеличение объема информации в сочетании с малым количеством времени, необходимым на его изучение и высокой степенью усвоения материала студентами.

Кор.: Какие же приемы использовались при разработке учебника, чтобы достичь такого сочетания?

А.Ф.: Увеличение объема информации достигнуто благодаря наличию мультимедийной презентации, анимаций и видеофрагментов. Именно они позволяют преподавателю в сжатые сроки изложить огромное количество инноваций, имеющих не только на строительном рынке нашей страны, но и за ее пределами. Кроме того, у студентов значительно сокращается время подготовки к

модульному контролю знаний, экзаменам или зачетам благодаря наличию специальной формы учебника в виде слайд — шоу. Эта форма разработана для заочной и дистанционной форм обучения.

Высокая степень усвоения материала достигается особым построением мультимедийных презентаций во время чтения лекций, а также слайд — шоу для самостоятельной работы студентов. Дело в том, что каждый раздел в них начинается с классификации в виде блок — схемы. Последовательное анимационное выделение каждого блока, его раскрытие, иллюстрации и пояснения по каждой технологии завершаются возвратом к классификации. Затем выделяется следующий блок и цикл повторяется. Многократное визуальное повторение классификации и анимационное выделение каждого блока помогает запомнить существующее многообразие инноваций. Существенную помощь в этом оказывают и

видеофрагменты. Ссылки на них есть и в презентациях для преподавателя и в слайд-шоу для самостоятельной работы студентов. Ведь не зря говорят: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать».

Кор.: А.Ф.! То, что Вы нам рассказываете это — результаты Вашего опыта?

А.Ф.: Не только. Когда вышло первое издание учебника, руководитель творческого коллектива профессор Меньлюк А.И. пригласил в Одессу заведующих соответствующими кафедрами и ведущих профессоров профильных Вузов Украины и ближнего зарубежья мы поделились своими наработками. После апробации в большинстве ВУЗов Украины, а также в России, Казахстане, Беларуси и Молдавии. Мы получили десятки благодарных откликов от специалистов и студентов. Их замечания и пожелания были учтены в последующих изданиях учебника. Сегодня их три.

Кор.: В учебнике освещены не все технологии. С чем это связано?

А.Ф.: Дело в том, что не все технологии в строительстве претерпели коренные изменения. Многие из них досконально отработаны и отлично представлены учеными и специалистами в известных



учебниках, монографиях, справочниках. К сожалению, при написании новых учебников в них, обычно, много материалов из старых учебников. Мы поставили задачу осветить только те технологии, где произошли «революционные» изменения за последние годы. Поэтому классические, традиционные технологии такие, как каменная кладка, земляные работы, монтажные работы и др. в нем вообще не представлены.

Кор.: В учебнике и его приложениях огромный объем информации. Как Вам удастся вставить его в небольшой объем лекционного курса нормативной дисциплины «Технология строительного производства».

А.Ф.: Наш ВУЗ выступил с инициативой о создании вариативной дисциплины

«Современные технологии в строительстве». Министерство ее поддержало и рекомендовало нашу рабочую программу для всех строительных ВУЗов Украины. И сейчас инновации в строительстве в большей части профильных ВУЗов введены как вариативные дисциплины. Они имеют разные названия («Современные технологии в строительстве», «Инновации в строительстве», «Новые технологии и материалы» и др.), но суть их одна. Они освещают то новое, что отличается от традиционного строительства.

Кор.: Несколько слов о творческом коллективе авторов.

А.Ф.: В нем объединились известные ученые и производственники трех городов Украины: Киева, Одессы и Донецка, имеющие огромный опыт реализации современных строительных проектов. Это А.И. Меньлюк (гл. редактор), В.С. Дорофеев, Л.Э. Лукашенко, Н.В. Олейник, В.И. Москаленко, А.Ф. Петровский.

Кор.: Спасибо. Редакция ВИР желает Вам и Всему творческому коллективу новых успехов и уверены что ваш учебник будет удостоен Государственной премии Украины.



Оформити передплату на журнал «Винахідник і Раціоналізатор» можна в будь-якому відділенні Укрпошти.

Передплатний індекс в каталозі «Преса України»: **06731**

За додатковою інформацією звертайтеся на електронну пошту **vinahid@ukr.net** або за телефонами **+38 (044) 424 – 51 – 81, +38 (095) 769 – 75 – 65**

Адреса редакції: **03142, м.Київ, вул. Семашка, 13, кімн. 211**

Вимоги до оформлення статей для публікації в журналі

«ВІР. Наука і техніка»:

Статті повинні містити такі необхідні елементи:

- постановка проблеми у загальному вигляді та зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття;
- формулювання цілей статті (постановка завдання);
- виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновок з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Стаття подається українською або російською мовами у електронному варіанті у вигляді файлу, який виконаний в текстовому редакторі MS Word for Windows, на електронну пошту редакції журналу **vinahid@ukr.net**.

Текст статті має супроводжуватись трьома анотаціями (українською, російською, англійською). Всі анотації повинні містити:

- прізвище, ініціали автора;
- назву статті;
- текст анотації (до 50 слів);
- перелік ключових слів.

Матеріал в анотації викладають стисло і точно з використанням синтаксичних конструкцій, притаманних мові ділових документів, уникаючи складних граматичних зворотів. Необхідно вживати стандартизовану термінологію, а не маловідомі терміни і символи. Без вживання слів «У статті ...» або «Стаття присвячена ...».

Вимоги для оформлення тексту: всі поля 20 мм; шрифт Times New Roman, кегель 14, інтервал – 1,5; абзацний відступ – 10 мм. Кількість сторінок для статті не повинна перевищувати 0,5 друкованого аркуша (12–15 сторінок комп'ютерного тексту). Рисунки й таблиці оформляються згідно з ДСТУ. Всі рисунки бажано подавати окремими файлами графічного формату.

Перелік джерел розташовується за алфавітом або в порядку їх використання після тексту статті з підзаголовком «Список використаних джерел» і виконується мовою оригіналу. В переліку посилань зазначається загальна кількість сторінок (для книг) або номерів сторінок початку і кінця тексту джерела (для статей). Джерела в переліку посилань нумеруються вручну, без використання

автоматичної функції Word «Формат – Список – Нумерований».

Посилання на джерела в тексті подаються за таким зразком:

[7,с.123], де 7 – номер джерела за списком літератури, 123 – сторінка. Посилання на декілька джерел одночасно подаються таким чином: [1;4;8] або [2,с.32;9,с.48;11,с.257].

Посилання на архівні джерела – [15,арк.258,231зв]. Згадані в тексті науковці, дослідники називаються за абеткою – М.Тард, Е.Фромм, К.Юнг, К.Ясперс та інші. На початку зазначається ім'я, а потім прізвище вченого. Необхідно виокремлювати зарубіжних та вітчизняних дослідників. Стаття обов'язково

супроводжується авторською довідкою із зазначенням прізвища, ім'я, по батькові (повністю); наукового ступеня, звання, посади, місця роботи; домашньої адреси і телефонів, адреси електронної пошти. Бажано – фото автора. Відповідальність за зміст, точність поданих фактів, цитат, цифр і прізвищ несуть автори матеріалів. Редакція матеріали не рецензує і не повертає. У статтю можуть бути внесені зміни редакційного характеру без згоди автора. Редакційна колегія залишає за собою право відхилити неякісні матеріали без пояснення причин. Редколегія може не поділяти світоглядних переконань авторів. У разі передруку посилання на «ВІР. Наука і техніка» обов'язкове.