



# НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИКИ (НИЦ-2)

(225 чел. в т.ч. 29 д.н., 68 к.н.)

## 2.1 ОТДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЙ

(162 чел. в т.ч. 16 д.н., 47 к.н.)

### 2.1.1 Отдел проблем теплоэнергетики

(к.т.н. Косой А.С.)

(65 чел. в т.ч. 6 д.н., 21 к.н.)

### 2.1.2 Отдел теплофизических проблем ядерной энергетики (д.т.н. Свиридов В.Г.)

(16 чел., в т.ч. 2 д.н., 5 к.н.)

### 2.1.3 Отдел распределенных энергетических систем (д.т.н. Зайченко В.М.)

(42 чел., в т.ч. 4 д.н., 11 к.н.)

### 2.1.4 Отдел прикладной электрофизики

(к.ф-м-н. Гавриков А.В.)

(43 чел. в т.ч. 4 д.н., 10 к.н.)

## 2.2 ОТДЕЛЕНИЕ МАГНИТОПЛАЗМЕННОЙ АЭРОДИНАМИКИ И МГД-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

(63 чел., в т.ч. 13 д.н., 21 к.н.)

### 2.2.1 Отдел гиперзвуковой магнитоплазменной аэродинамики (д.ф-м.н. Бочаров А.Н.)

(22 чел. в т.ч. 4 д.н., 10 к.н.)

### 2.2.2 Отдел физики и химии гетерогенных плазменных потоков (д.ф-м.н. Климов А.И.)

(11 чел., в т.ч. 2 д.н., 3 к.н.)

### 2.2.3 Отдел плазменной аэродинамики и стимулирования горения (к.ф-м.н. Моралев И.А.)

(13 чел., в т.ч. 2 д.н., 3 к.н.)

### 2.2.4 Отдел гидродинамических и тепловых процессов в двухфазных потоках

(чл-корр. РАН Вараксин А.Ю.)

(17 чел., в т.ч. 4 д.н., 5 к.н.)

## НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НИЦ-2

	<b>2014 г.</b>	<b>2015 г.</b>
Средний возраст	<b>52 года</b>	<b>50 лет</b>
Кол-во научных сотрудников	<b>130</b>	<b>127</b>
Молодые сотрудники (<35 лет), включая аспирантов и студентов	<b>60</b>	<b>73</b>
Средняя зарплата, тыс. руб./мес.		
- всех сотрудников	<b>47,0</b>	<b>49,6</b>
- научных сотрудников	<b>57,9</b>	<b>64,0</b>
Средний ПРНД, в т.ч.	<b>48</b>	<b>45</b>
- отделение 2.1	<b>34</b>	<b>35</b>
- отделение 2.2	<b>77</b>	<b>66</b>
<b>ПУБЛИКАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ</b>		
Монографии, уч. пособия и др. книги	<b>6</b>	<b>18</b>
Статьи в реферируемых журналах	<b>91</b> (0,7 на 1 н.с.)	<b>118</b> (0,9 на 1 н.с.)
Статьи в журналах без импакт-фактора	<b>21</b>	<b>46</b>
Доклады на конференциях	<b>269</b>	<b>190</b>
Заявки на изобретения	<b>11</b>	<b>13</b>
Патенты (получено)	<b>13</b>	<b>15</b>
Защита диссертаций		
- докторские	<b>0</b>	<b>1</b>
- кандидатские	<b>1</b>	<b>1</b>

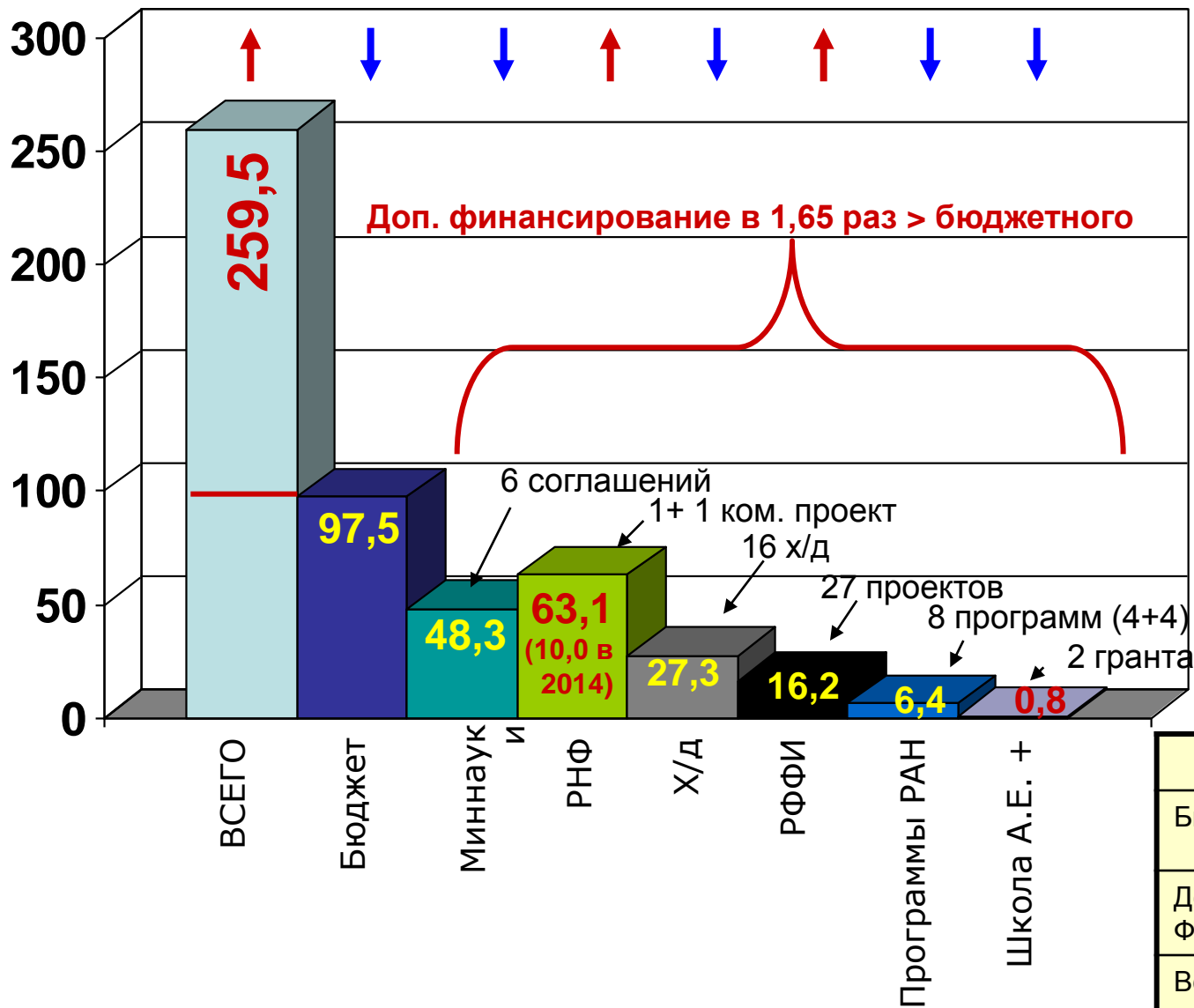


Источники  
финансирования  
командировок ?!

## КНИГИ, НИЦ-2, 2015 г.

1. **Попель О.С., Фортвов В.Е.** Возобновляемая энергетика в современном мире. М.: Издательский дом МЭИ. 2015. 450 с.
2. **Ефимов Н.Н., Попель О.С., Папин В.В.** Нетрадиционная теплоэнергетика. Солнечные энергоустановки. Учебное пособие. – Новочеркасск: "Лик". 2015. 148 с.
3. **Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России** / ВШЭ – ОИВТ РАН – МГУ им. М.В. Ломоносова – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2015. 160 с.
4. **Возобновляемая энергетика XXI век: Энергетическая и экономическая эффективность** (REENCON-2015) // Материалы Международного конгресса «Возобновляемая энергетика XXI век: Энергетическая и экономическая эффективность» REENCON-2015. 27-28 октября 2015 г./ Под ред. к.ф.-м.н Д.О. Дуникова, д.т.н. О.С. Попеля и чл.-корр. РАН С.П. Филиппова - Москва: ОИВТ РАН-ВШЭ. 2015. - 375 с. ISSN 2409-3149
5. **Зайченко В.М., Чернявский А.А.** Автономные системы энергоснабжения. М.: ООО «Изд. дом Недра», 2015. 285 с.
6. **Karukhin V.T., Malikov M.M., Borodina T.I., Valyano G.E., Gololobova O.A., Strikanov D.A.** Structural, Morphological and Optical Properties of Nanoproducts of Zirconium Target Laser Ablation in Water and aqueous SDS Solutions // In: Chemical and Structure Modification of Polymers. 2015. Apple Academic Press and CRC Press. ISBN: 978-1771881227.
7. **Бушуев В.В., Ливинский П.А.** Энергоэффективный мегаполис – Smart City «Новая Москва» // М.: ИД «Энергия», 2015 г., 76 стр. ISBN 978-5-98908-398-5.
8. **Бушуев В.В., Мастепанов А.М., Первухин В.В., Шафраник Ю.К.** Глобальная энергетика и геополитика (Россия и мир)/ под ред. д.э.н. Шафраника Ю.К. – М.: ИД «Энергия», 2015 - 88 с. ISBN 978-5-98908-374-9.
9. **Бушуев В.В., Сокотущенко В.Н.** Интеллектуальное прогнозирование, Москва, - М.: ИД «Энергия», 2015.
10. **Сокотущенко В.Н.** 3D Smart City - Новая Москва [Электронный ресурс]. 2015. // URL: <http://smart-energy.msk.ru/>
11. **Сокотущенко В.Н.** Разработка концепции энергоэффективного мегаполиса (Smart City) - "Новой Москвы". М: ЗАО «ГУ ИЭС». 2015.
12. **Тиматков В.В., Бушуев В.В.** Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы. /Под. ред. В.В. Бушуева - М.: ИД «Энергия», 2015. – 48 с. ISBN 978-5-98908-370-1.
13. **С.И. Копылов, В.А. Альтов, Л.Н. Копылова** Критические параметры и электромагнитные расчёты сверхпроводящих кабелей осесимметричного сечения / М.: Издательство МЭИ, 2015, - 64с.
14. **Бобров В.Б.** Основные положения равновесной статистической теории. / Изд. МЭИ, 2015, ISBN 978-5-7046-1605-4.
15. **Копылов С.И.** Критические параметры и электромагнитные расчёты сверхпроводящих кабелей осесимметричного сечения (Учебное пособие) / Изд-во МЭИ, М.:, 2015, 64 с.
16. **Копылов С.И., Попова М.В., Беляева Л.В.** Трёхфазные цепи. Теория и расчёт (Учебное пособие)/ Рос. гор. аграр. заоч. ун-т, М., 2015, 32с.
17. **Копылов С.И., Попова М.В., Беляева Л.В.** Электроэнергетика. Современные проблемы науки и производства. (Учебное пособие). / Рос. гос. аграр. заоч. ун-т, М., 2015, 39с.
18. **Maria Morgunova.** Arctic Offshore Hydrocarbon Resource Development: Past, Present and Vision of the Future. Universitetservice US-AB, 2015. ISBN 978-91-7595-502-5.

## ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ НИЦ-2 в 2015 году, млн руб.

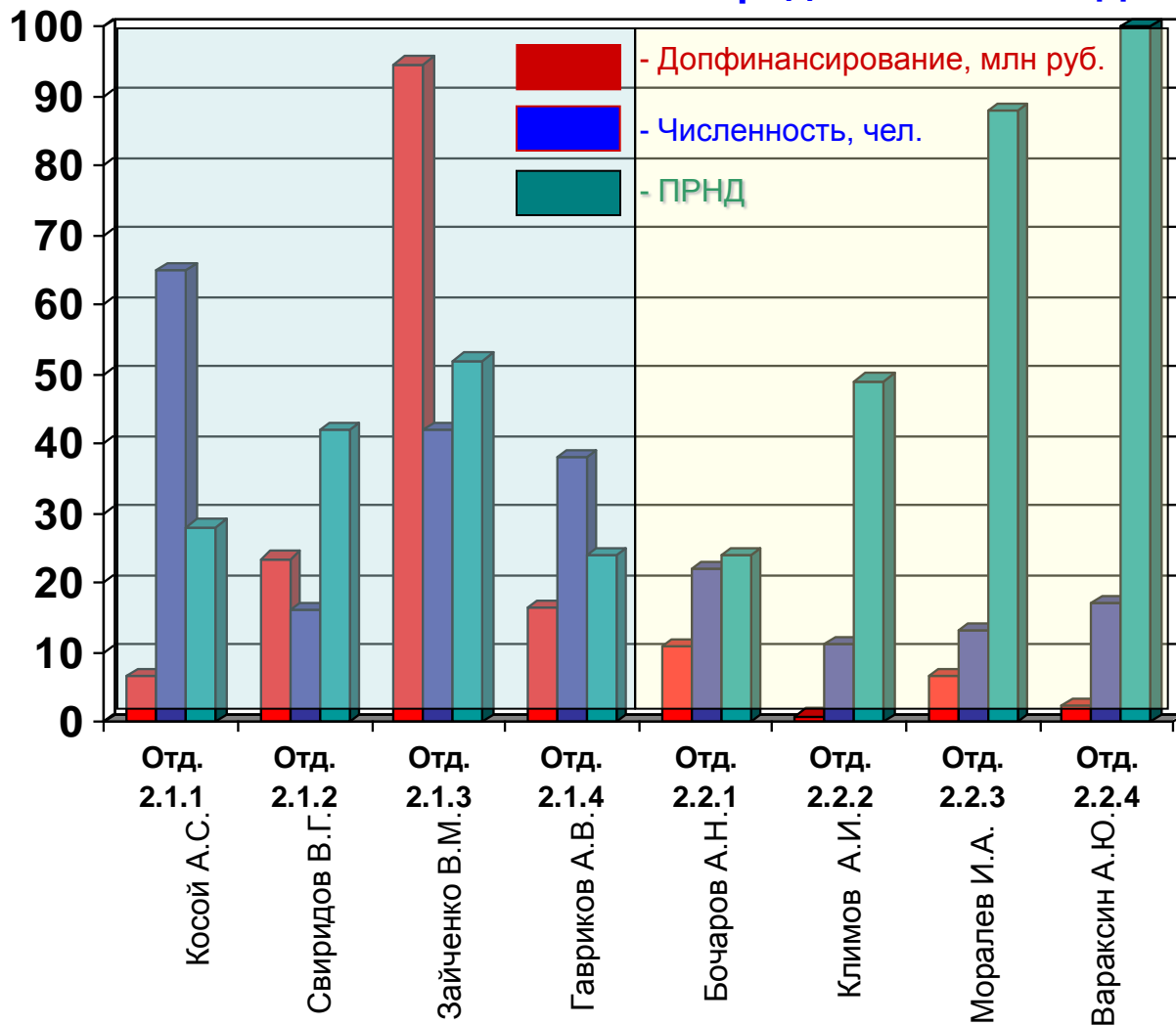


	2014	2015
Бюджет	101,0	97,5
Доп. Финансирование	139,2	162,0
Всего	240,2	259,5

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ, ЧИСЛЕННОСТИ И ПРНД ПО ОТДЕЛАМ И ОТДЕЛЕНИЯМ НИЦ-2

Отделение энергетики

Отделение м-п  
аэродинамики и МГД



Привлечение доп.  
финансирования в  
2015 г. (млн руб.) и  
ПРНД

Отделение 2.1 (168 чел., в т.ч. 16 д.н., 47 к.н.)	Отделение 2.2 (63 чел., в т.ч. 13 д.н., 21 к.н.)
<b>141,1</b>	<b>20,9</b>
<b>0,86</b> млн руб./чел	<b>0,33</b> млн руб./чел
<b>ПРНД</b> <b>35</b>	<b>ПРНД</b> <b>66</b>



## МИКРОТУРБИННЫЕ АВТОНОМНЫЕ ЭНЕРГОИСТОЧНИКИ

Разработаны мощностной ряд и концептуальные проектно-конструкторские решения, начато создание экспериментально-производственной базы для изготовления опытных образцов **микротурбинных автономных источников энергоснабжения модульной конструкции мощностью от 15 до 350 кВт**, адаптированных к условиям Арктики, удовлетворяющих следующим требованиям:

- **безвахтенное обслуживание** – не менее 8000 ч.
- **политопливность** и совместная выработка электрической и тепловой энергии (**когенерация**)
- высокая топливная **экономичность (кпд 35%)**, высокая **надежность**
- **готовность оперативно принять номинальную нагрузку**
- возможность **сочетания с солнечными и ветроэнергоустановками**

### Потенциальные потребители:

- **приемо-передающие станции сотовой связи, радиолокационные станции и комплексы и т.п.;**
- **фермерские хозяйства, рыбоводческие, охотничьи и старательские артели, базы коневодов и оленеводов и т.п.,**
- **строительная инфраструктура, - малые населенные пункты;**
- **объекты инфраструктуры специального назначения (военные городки, аэродромы и т.п.).**

**Проект решает проблему импортозамещения микротурбин Capstone C30 (США) с обеспечением более высоких энергетических характеристик!**

### Источники финансирования:

ГП РФ «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 гг. (РП 218) – Минобрнауки РФ

Индустриальный партнер:  
АО НПО ЛЭМЗ



Электрическая мощность	-	30 кВт
<b>КПД по электричеству</b>	-	<b>28 %</b>
Срок службы до капитального ремонта	-	60000 час
Период <u>безвахтенного</u> обслуживания	-	8000 час
Вредные выбросы при 15% O <sub>2</sub>	-	< 9 ppm NOx
Уровень шума на 10 м	-	65 dBA



Электрическая мощность	-	30 кВт
<b>КПД по электричеству</b>	-	<b>35 %</b>
Срок службы до капитального ремонта	-	60000 час
Период <u>безвахтенного</u> обслуживания	-	8000 час
Вредные выбросы при 15% O <sub>2</sub>	-	< 9 ppm NOx
Уровень шума на 10 м	-	65 dBA

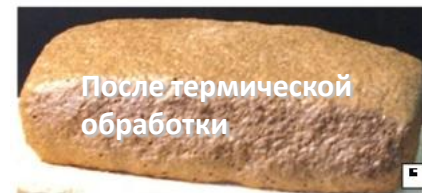


## ПЕНОЗОЛ – НОВЫЙ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

д.г.-м.н. Делицын Л.М.

Разработаны научные основы технологии масштабного производства и применения в арктическом строительстве в условиях вечной мерзлоты принципиально нового пористого стеклокристаллического материала «ПЕНОЗОЛ», - **низкая плотность** (300-500 кг/м<sup>3</sup>), - **низкая теплопроводность** (0,2-0,3 Вт/(м К)), - **низкое влагопоглощение** (до 5-8%), - **высокая морозостойкость** (>50 циклов), - **высокая прочность** (25-50 МПа), - **устойчивость к агрессивным водам** с высокой солёностью, - **негорючесть**, - **термическая устойчивость**, - **экологическая чистота и долговечность**. Сырьём для производства «ПЕНОЗОЛА» является алюмосиликатная зола угольных ТЭС (85-90%), отходы стекольного производства (стеклобой до 15%) и вспениватель (0,5-0,8%).

Свойства	Показатели свойств					
	Кирпич марки		ПЕНОЗОЛ		Пенобетон	Арболит
	150	75				
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1900	1700	300	500	200 - 1200	400-700
Предел прочности при сжатии, МПа	15	7,5	3-4	10-12	2,5-7,5	0,5-3,5
Теплопроводность Вт/(м К)	0,8	0,95	0,20-0,25	0,25-0,30	0,05 – 0,38	-
Морозостойкость цик.	25	15	25	> 50	35	25-50
Водопоглощение %	12	16	5 – 8			40-85

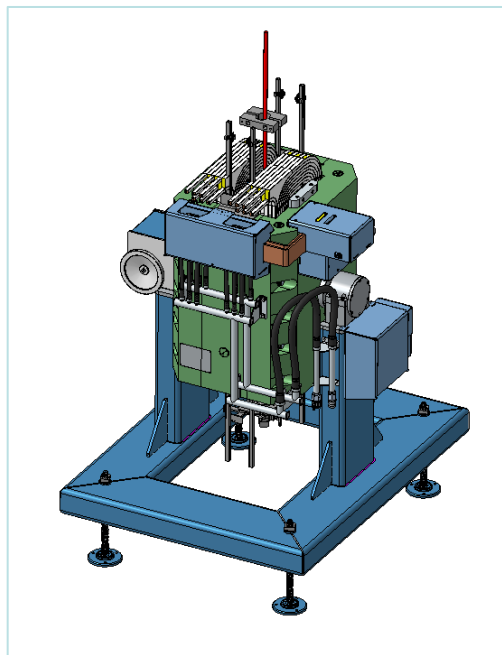


Как утеплитель ПЕНОЗОЛ по совокупности свойств превосходит пенопласт, пенополиуретан, минераловатные плиты, цементно-стружечные плиты типа Green Board, применяемые в Арктике в условиях вечной мерзлоты в качестве теплоизоляторов, и может служить основой для изготовления панелей или мелкоштучного заполнения наружных ограждающих стен и кровли зданий, резервуарных конструкций, а также теплоизоляцией трубопроводов, укладываемых непосредственно в траншею (бесканальная прокладка), применяться в основаниях взлетно-посадочных полос, автомобильных дорог и т.п.



## Развитие экспериментальной базы для исследований МГД-теплообмена в перспективных ядерных энергоустановках

Рук. д.т.н., проф. В.Г. Свиридов НИЦ-2 ОИВТ РАН, НИУ МЭИ



### Технические характеристики установки РК-3:

Параметр	Существующий стенд	Стенд РК-3	
Интеграл МП по длине, мм	420	800	
Максимальный магнитный зазор, мм	60	100	
Характерный размер экспериментальной секции, мм	19	56	19
Относительная длина по рабочей зоне	21	~14	42
$B, T$	1	1.7	2.4

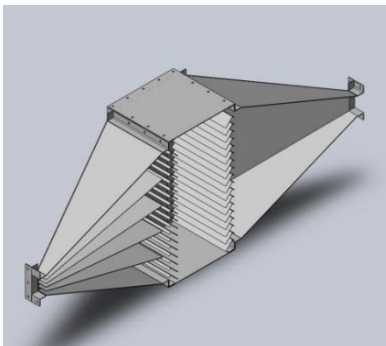
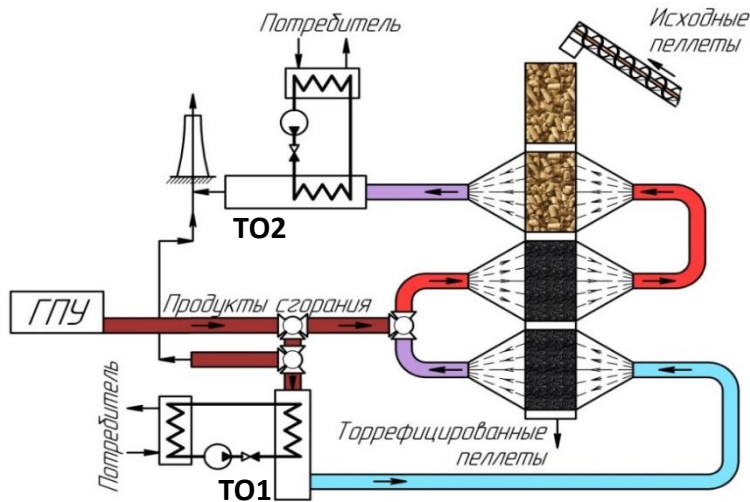
- ❑ Завершена подготовка корпуса 12.  
Ведутся работы по монтажу узлов уникального ртутного стенда по исследованию МГД-теплообмена (РК-3/HELMEF) и вспомогательного модельного водяного стенда.
- ❑ Параллельно ведутся исследования с использованием имеющейся в ОИВТ РАН и МЭИ экспериментальной базы.
- ❑ Разработана, создана и испытана транспортабельная водородная турбоустановка аварийного и резервного энергообеспечения для систем пожаротушения.



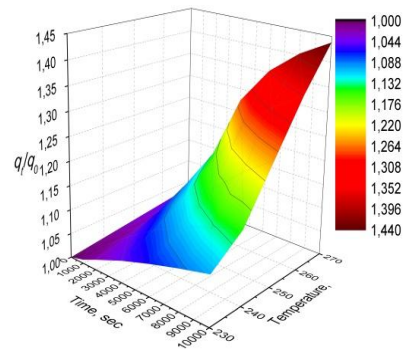


# ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С РЕАКТОРОМ ТОРРЕФИКАЦИИ МОДУЛЬНОГО ТИПА

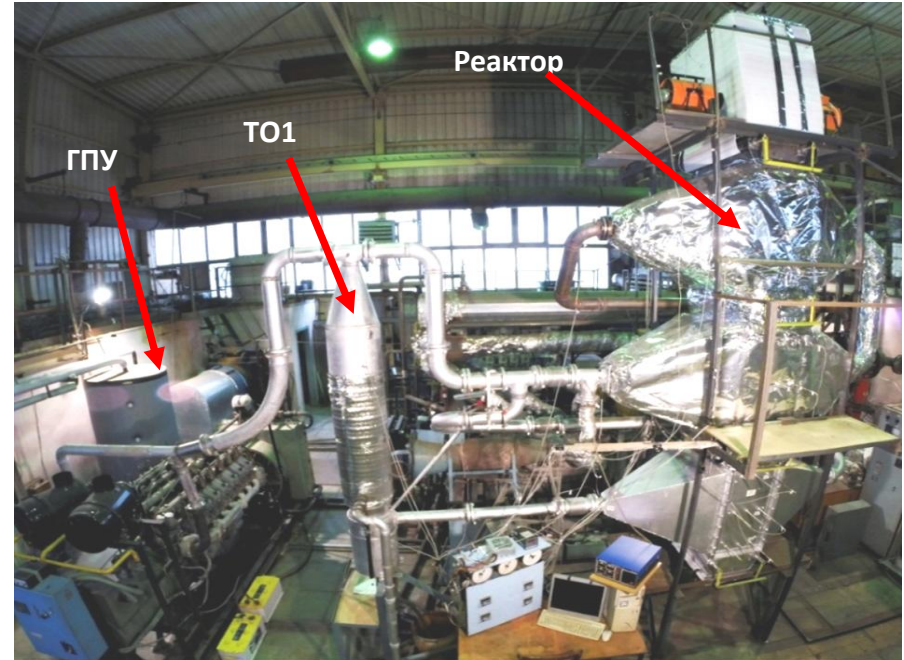
Рук. д.т.н. Зайченко В.М.



Модуль реактора



Расчетная зависимость изменения удельной теплоты сгорания пеллет от температуры и времени торрефикации



Производительность по исходному биосырью – 200 кг/ч.;  
 Генерируемая мощность:  
 Мощность газопоршневой энергоустановки (ГПУ) – 160 кВт;  
 Тепловая – 200 кВт.

### Преимущества технологии:

- высокая эффективность теплообмена;
- высокие экономические показатели за счет работы ГПУ в тригенерационном режиме.

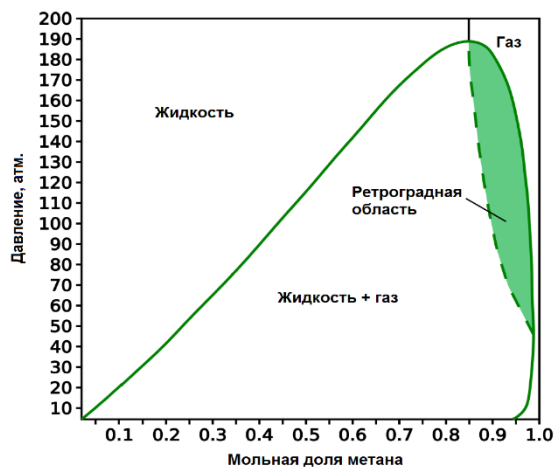


## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ФИЛЬТРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМЕСЕЙ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

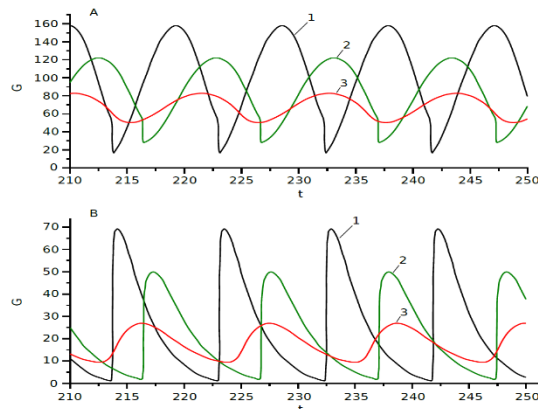
Рук. д.т.н. Зайченко В.М.

Цель исследований – изучение механизма снижения продуктивности газоконденсатных месторождений, связанного с особенностями фазовой диаграммы углеводородных флюидов метанового ряда, и разработка методов повышения конденсатоотдачи.

### Математическое моделирование

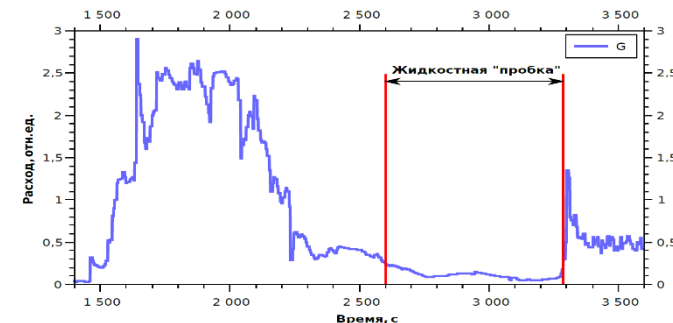
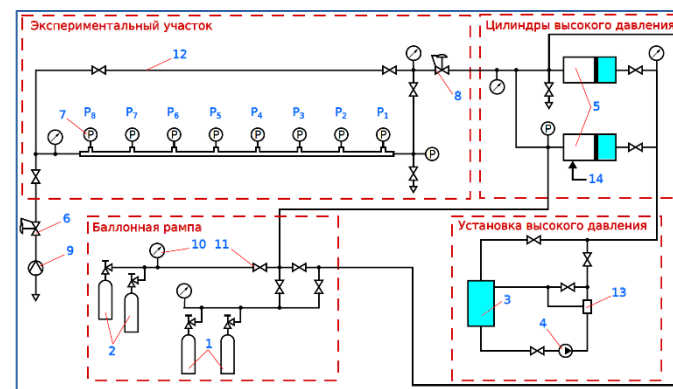


Фазовая диаграмма  
смеси метан-н-пентан



Расчетная зависимость расхода газовой (А) и жидкой (В) фазы от времени на выходе из модели пласта. Давление на выходе: 1 – 72,5 атм, 2 – 77,5 атм, 3 – 82,5 атм; пластовое давление – 120 атм

### Физическое моделирование на стенде «Пласт»



Зависимость расхода модельной  
смеси метан-н-пентан от времени

Определены условия, при которых режим течения носит периодический характер. Рассчитана резонансная частота и амплитуда периодического внешнего воздействия, при которой происходит испарение ретроградной конденсатной «пробки».

В момент времени 3300 с на выходе из канала включался имитатор периодического внешнего воздействия давления. Расход частично восстанавливался



**ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ И РЕЖИМОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ МЕТОДАМИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

*Рук. д.т.н. Директор Л.Б.*

**Объект исследования**



**Задача - выбор оптимальной конфигурации комплекса учетом графиков нагрузок и климата**

**Математическая модель**



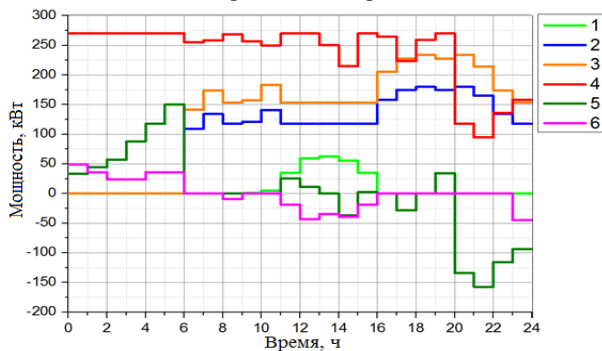
**Уравнения энергетических балансов и физических ограничений, удовлетворяющих симплексному методу оптимизации**

**Целевая функция**



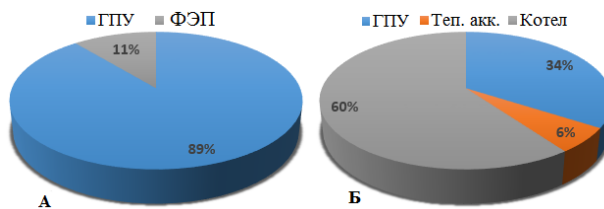
**Минимизируемый функционал (целевая функция) - сумма капитальных и топливных затрат**

**Режимная карта энергокомплекса**



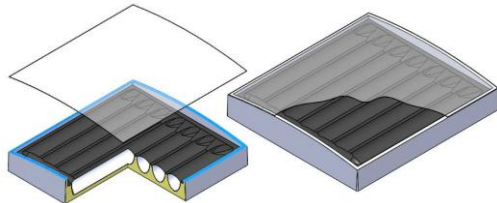
1- ФЭП, 2 – ГПУ (электроэнергия), 3 – ГПУ (тепло), 4 – газовый котел, 5 – тепловой аккумулятор, 6 – электроаккумулятор.

**Результаты оптимизационного расчета системы автономного энергоснабжения жилого дома в средней полосе России**



**Структура энергоснабжения потребителя:**  
 А – распределение электроэнергии между ГПУ и ФЭП;  
 Б – структура производства тепла.

- ❑ По сравнению с базовой схемой затраты снижены на 4,2%, а потребление газа – на 16%.
- ❑ Симплексный метод может быть эффективно применен для решения задач оптимизации энергокомплексов малой распределенной энергетики.



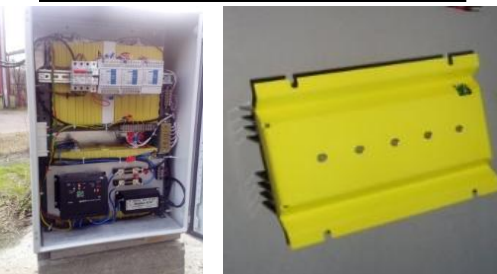
Совместно с НИУ ВШЭ и рядом других организаций издан Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России . 2015 г.

Разработан и изготовлен действующий образец портативной солнечной энергоустановки на основе гибких мультикристаллических фотоэлектрических модулей и литий-наноитанатных аккумуляторов для применений в условиях холодного климата. Программа РАН-8 (Арктика). 2014-15 гг., 0,7 млн р. 2 публ. РИНЦ.

Выполнен комплекс исследований по оптимизации солнечных водонагревателей аккумуляторного типа для средней полосы РФ. Разработан и изготавливается экспериментальный образец установки, отрабатывается технология серийного производства. Соглашение с Минобрнауки РФ. 2014-16 гг., 13,5 млн р. в 2015 г. Индустриальный партнер ООО «Термостар». 3 публ. Scopus

Выполнено сравнение различных технологий фотоэлектрических преобразователей на текущем уровне их развития. Соглашение с РНФ. 2014-18 гг., около 5 млн р. на 2015 г. 2 публ. Scopus.

Разработаны технические решения и изготовлен экспериментальный образец системы гарантированного электропитания на основе солнечной генерации и литий-железофосфатных аккумуляторов. Разработан и изготовлен экспериментальный образец контроллера заряда литий-ионной аккумуляторной батареи. Договор с САО РАН, 2014-15 гг. 3 млн р. в 2015 г. 2 публ. РИНЦ





## МЕТАЛЛОГИДРИДНАЯ ОЧИСТКА И ХРАНЕНИЕ ВОДОРОДА, ПОЛУЧЕННОГО БИОЛОГИЧЕСКИМ ПУТЕМ к.т.н. Борзенко В.И., к.ф-м.н. Дуников Д.О.



### Решаемая задача:

Извлечения водорода из сильно загрязненных газовых потоков, в том числе водорода, полученного биологическим путем.

### Решаемые научно-технические проблемы:

В водороде, производимом микроорганизмами

- высокое содержание примесей (до 50%об. CO<sub>2</sub> и выше)
- низкое парциальное давление (менее 1 атм) водорода.

### Новизна и преимущества:

Селективное поглощение водорода металлгидридами обеспечивает очистку водорода, содержащего газообразные примеси в количестве не менее 60%об., без дополнительной механической компрессии.

### Результаты

Отработана методика металлгидридной очистки биоводорода, созданы экспериментальные образцы:

**а)** Экспериментальный биореактор для получения водорода методом темновой ферментации, производительностью до 100 норм. л H<sub>2</sub>/сут.

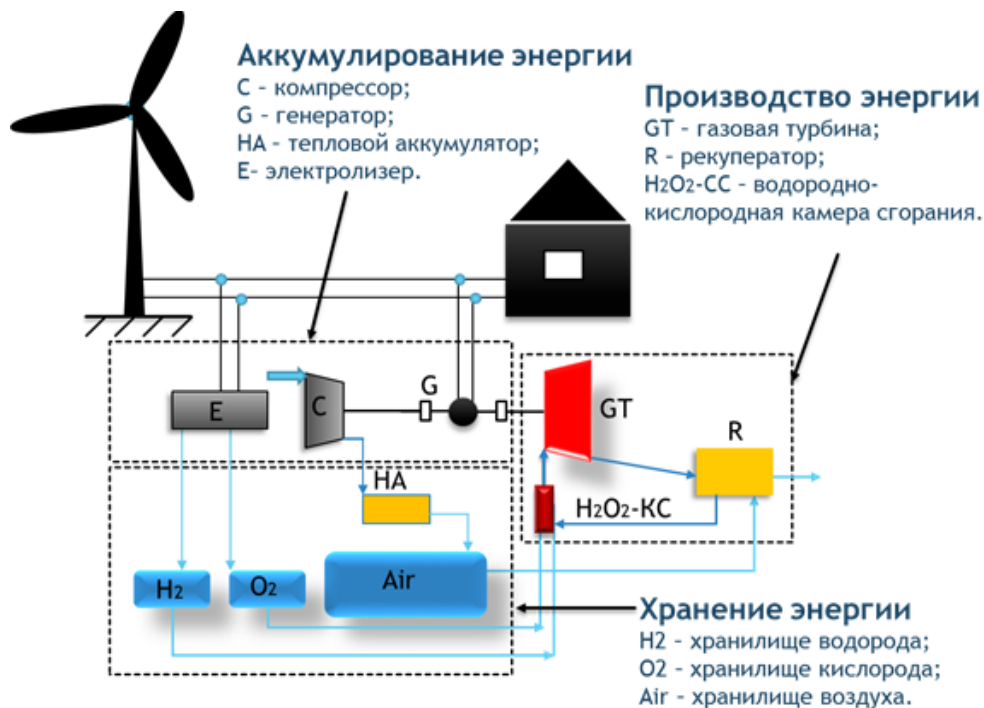
**б)** Металлогидридная система H<sub>2</sub>bioPower для очистки и хранения водорода.

H<sub>2</sub>bioPower обеспечивает разделение смеси H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub> с коэффициентом извлечения H<sub>2</sub> свыше 90%, в системе установлены два реактора типа РХО-8 с загрузкой по 1 кг сплава семейства LaNi<sub>5</sub>, давление зарядки не более 0.07 МПа (избыточных), емкость по водороду не менее 200 норм. л и встроена энергоустановка на топливных элементах мощностью до 200 Вт.



## ВОДОРОДНО-ВОЗДУШНАЯ ГАЗОТУРБИННАЯ СИСТЕМА АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

*к.т.н., Борзенко В.И., к.т.н. Счастливецев А.И.*



### ОПИСАНИЕ:

Разработана схема водородно-воздушной газотурбинной системы аккумуляции энергии представляющую из себя комбинацию воздушно-аккумулирующей газотурбинной электростанции и водородной системы аккумуляции энергии. Проведен технико-экономический анализ разработанной схемы и определены ее основные параметры. Установлено, что данная схема позволяет существенно снизить стоимость установленной мощности аккумуляющего оборудования по сравнению с водородной системой аккумуляции.

### Особенности:

- Отсутствие вредных выбросов при работе;
- Низкая стоимость хранения энергии ( $\leq 200$  \$/кВт·ч);
- Низкая стоимость установленной мощности (1500 \$/кВт);
- Высокий коэффициент рекуперации (до 70 %);
- Отсутствие потерь при длительном хранении энергии.



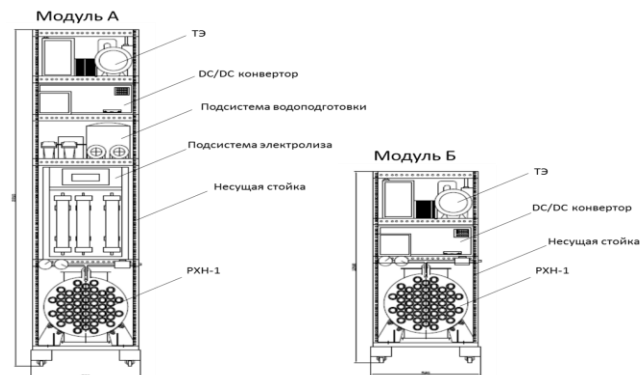
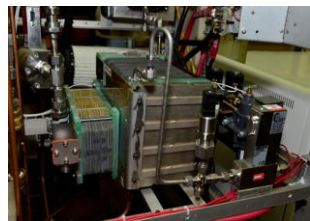
## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ВОДОРОДНОЙ СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Рук. к.т.н. Борзенко В.И НИЦ-2 ОИВТ РАН



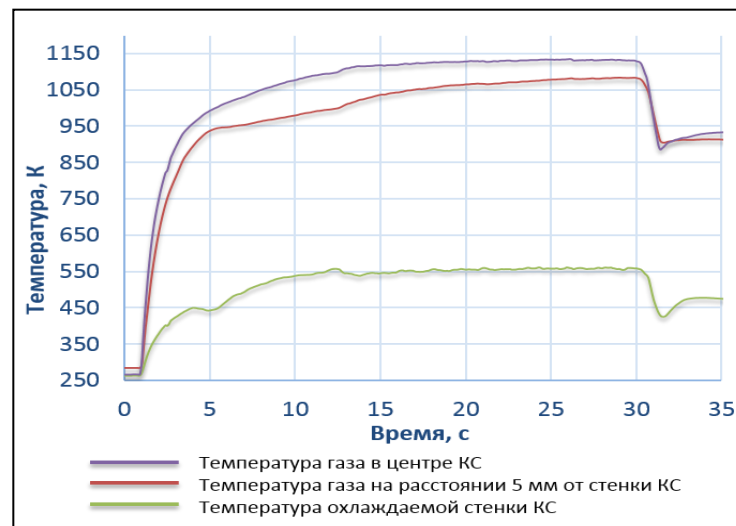
### ЦЕЛЬ:

- ❑ Разработка новых технических решений, обеспечивающих повышение надежности электропитания телекоммуникационного оборудования за счет применения водородных технологий аккумулирования энергии.
- ❑ Создание экспериментального образца водородной системы бесперебойного питания и аккумулирования энергии.
- ❑ Разработка новых технических решений, обеспечивающих время автономной работы экспериментального образца водородной системы бесперебойного питания и аккумулирования энергии не менее 10 ч для телекоммуникационного оборудования электрической мощностью от 10 кВт.





**РАЗРАБОТКА ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ** *к.т.н., Борзенко В.И., к.т.н. Счастливцев А.И.*



- ❑ Разработана конструкция водородно-кислородного газогенератора тепловой мощностью до 150 кВт с воздушным охлаждением камеры сгорания.
- ❑ Изготовлены 2 охлаждаемых вставки длиной 35 и 70 мм, что обеспечивает подачу охлаждаемого воздуха на различном удалении от зоны горения водорода в кислороде, что позволяет обеспечить более плавный нагрев воздуха и снизить образование окислов азота.
- ❑ Проведены экспериментальные исследования по генерации пара в экспериментальном образце водородного парогенератора. Температура генерируемого пара составила 950...1180 К. Установлено, что при увеличении длины охлаждаемой вставки в 2 раза (с 35 до 70 мм), произошло снижение концентрации окислов азота с 38 до 14 мг/нм<sup>3</sup>, что существенно ниже требований, предъявляемым даже к перспективным камерам сгорания газотурбинных установок.

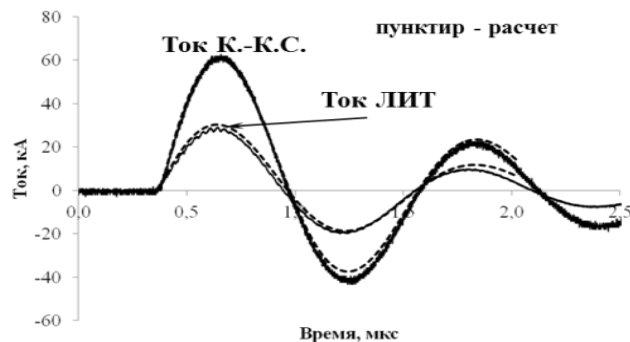
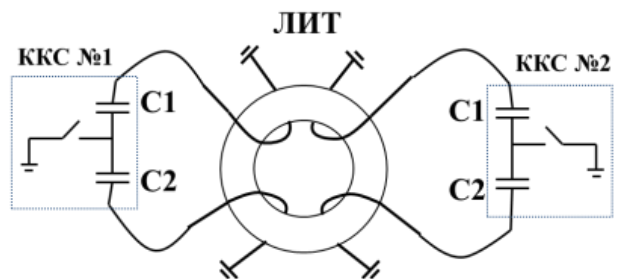




## СУБМИКРОСЕКУНДНЫЙ ИСТОЧНИК НАПРЯЖЕНИЯ 0,8 МВ

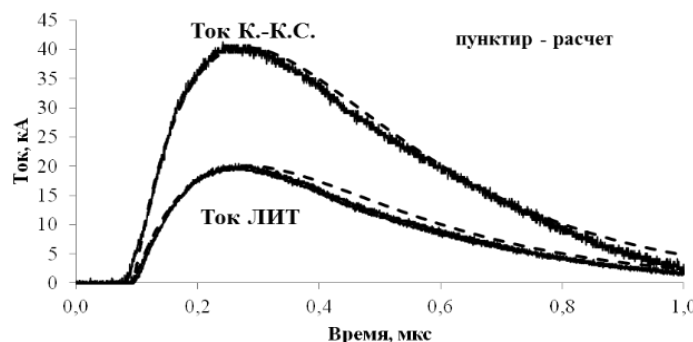
рук. акад. Смирнов В.П. исп. Крастелев Е.Г., (лаб. 2.1.4.1.)

- Разработан источник импульсного напряжения до 0,8 МВ субмикросекундной длительности на основе линейного импульсного трансформатора (ЛИТ) и модульного первичного емкостного накопителя энергии.
- Проведены испытания ЛИТ совместно с системой первичного электропитания в различных режимах работы: **1) Режим КЗ,  $U_{зар}=20$  кВ**; **2) нагрузка  $R_H=20$  Ом,  $U_{зар}=30$  кВ**

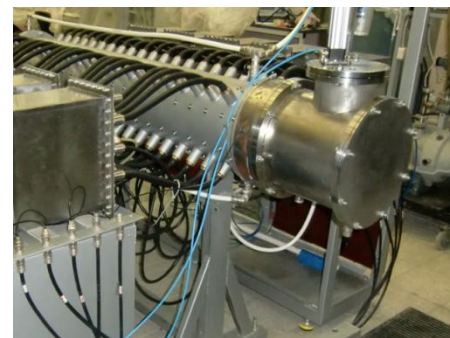


Режим КЗ,  $U_{зар}=20$  кВ

- Первичный накопитель -10 конденсаторно-коммутаторных модулей ( $U=40$  кВ,  $C=2 \times 0,35$  мкФ).
- Суммарная индуктивность цепи разряда модуля первичного накопителя  $\leq 40$  нГн.



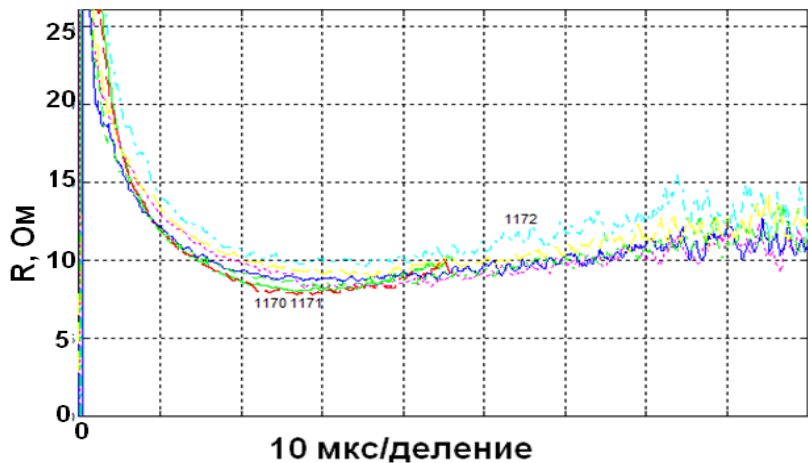
$R_H=20$  Ом,  $U_{зар}=30$  кВ





**КОМПЛЕКС МОЛНИЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ МИК-ГИН (Красноармейск, июль-август 2015)  
науч.рук. академик Смирнов В.П.**

**Проведены исследования динамики сопротивления грунта (глина/суглинок, ~200 Ом\*м) при токах до 70 кА. Сопротивление грунта уменьшается в 2-3 раза, из-за возникновения проводящих каналов в грунте.**



Динамика сопротивление грунта при варьировании напряжения между колоннами ГИН от 0.5 до 0.8 МВ

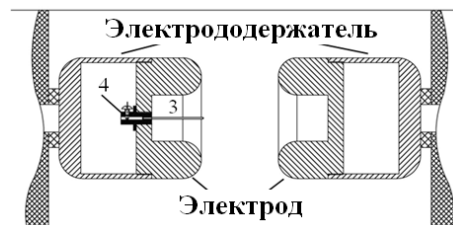
**Полевые испытания**

*(расстояние между колоннами ГИН 50 метров)*



**Модернизация конструкция ГИН**

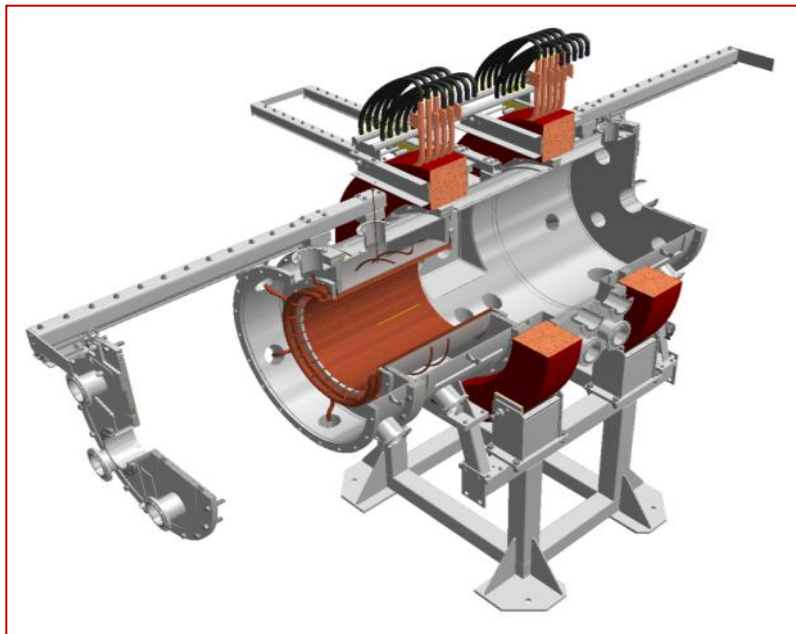
- ❑ Разработаны новые искровые коммутаторы
- ❑ Увеличен ресурс
- ❑ Стабилизированы динамические характеристики (с применением коронного разряда)



**Трехэлектродный управляемый искровой коммутатор ГИН с  
предыонизацией коронным разрядом**



## СОЗДАНИЕ МОДЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПО ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОЯТ



- ❑ Реализована масштабная модернизация установки.
- ❑ Внутри основной вакуумной камеры создана вакуумно-изолированная область.
- ❑ Изготовлен водоохлаждаемый экран Фарадея, и диэлектрический цилиндр диаметром 560 мм.
- ❑ Конфигурация предполагает создание геликонового ВЧ - разряда.

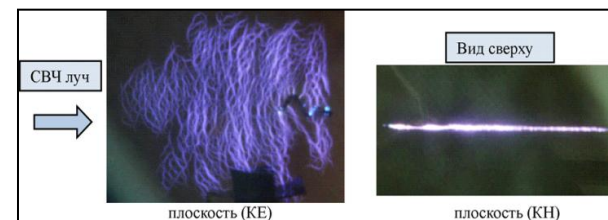
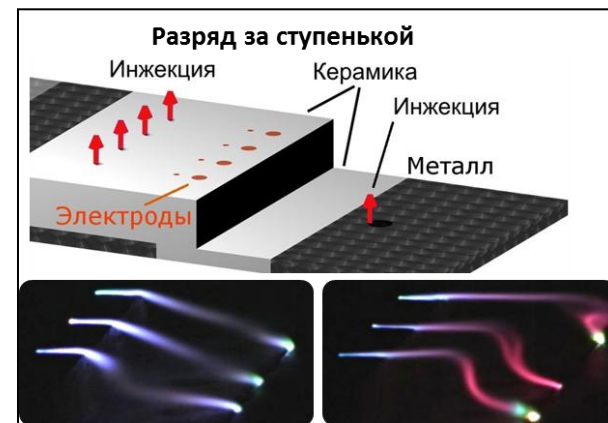
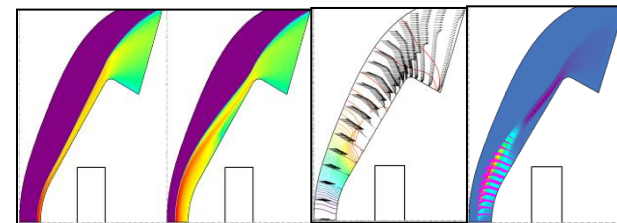
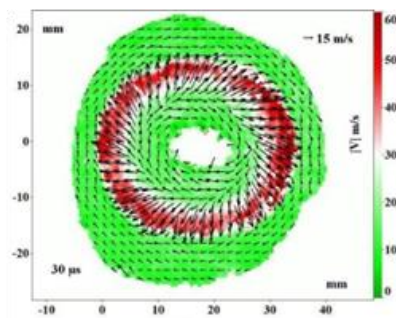
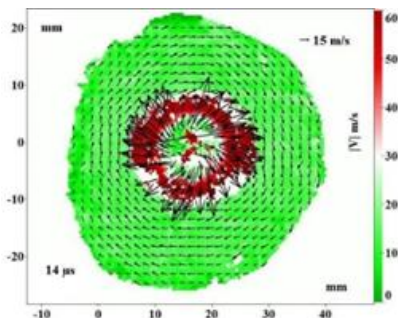


## Фундаментальные аспекты магнитоплазменной аэродинамики

(бюджетная тема, науч. рук. – д.ф.м.н. Битюрин В.А.)

### Основные направления:

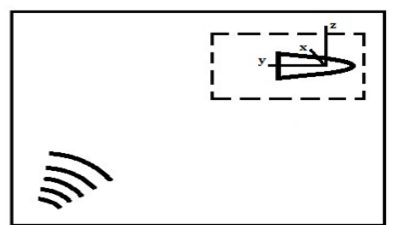
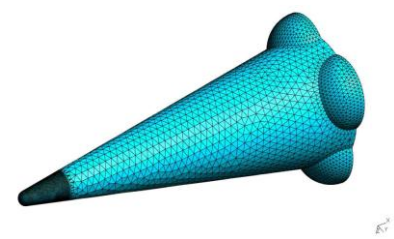
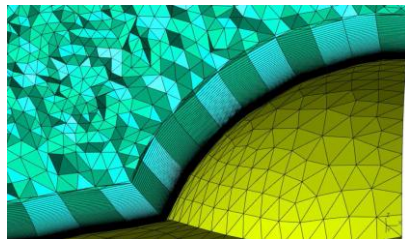
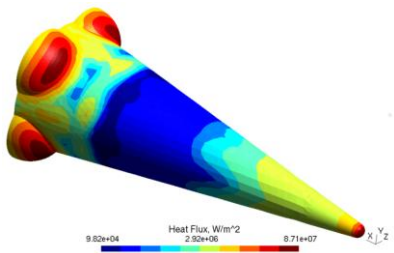
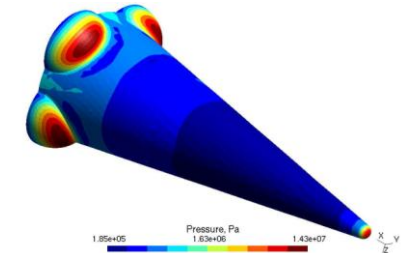
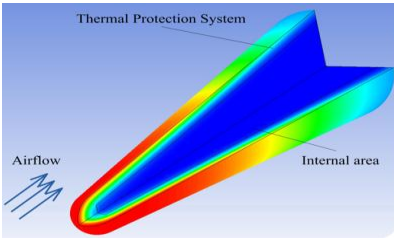
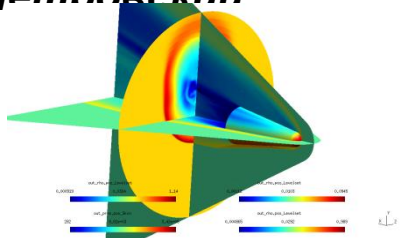
- Экспериментальные и расчётно-теоретические исследования взаимодействия высокоскоростных газоплазменных потоков с внешними электрическими, магнитными и электромагнитными полями (д.ф.-м.н. Бочаров А.Н., д.ф.-м.н. Битюрин В.А.);
- Плазмообразование в пристенных областях гиперзвуковых летательных аппаратов (д.ф.-м.н. Бочаров А.Н.);
- Управление воспламенением и контроль горения в потоках газоплазменных смесей в проточных камерах сгорания с помощью электрических и электромагнитных полей, интенсификация смешения (д.ф.-м.н. Леонов С.Б., к.ф.-м.н. Филимонова Е.А.);
- Физика электрического разряда в высокоскоростных потоках газов, разработка генераторов плазмы, электроразрядных и МГД актуаторов и исследования их характеристик (к.ф.-м.н. Моралев И.А., к.т.н. Бровкин В.Г.);
- Генерация и исследования потоков гетерогенной плазмы (д.ф.-м.н. Климов А.И., д.ф.-м.н., к.ф.-м.н. Пащина А.С)





**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ШИРОКОГО КРУГА ЗАДАЧ ГИПЕРЗВУКОВОЙ АЭРОДИНАМИКИ.** Проект НИЦ-1 и НИЦ-2 в интересах МИТ  
*научн. рук. – д.ф.-м.н. Бочаров А.Н., к.т.н. В.П.*

*Петровский*



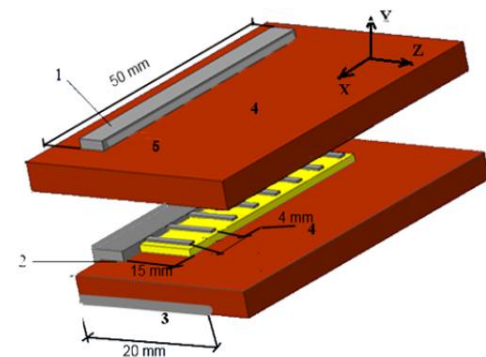
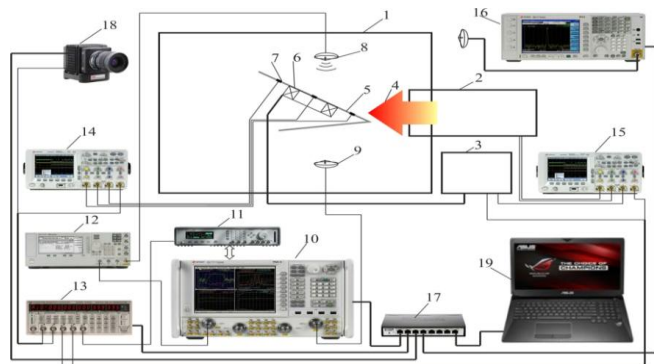
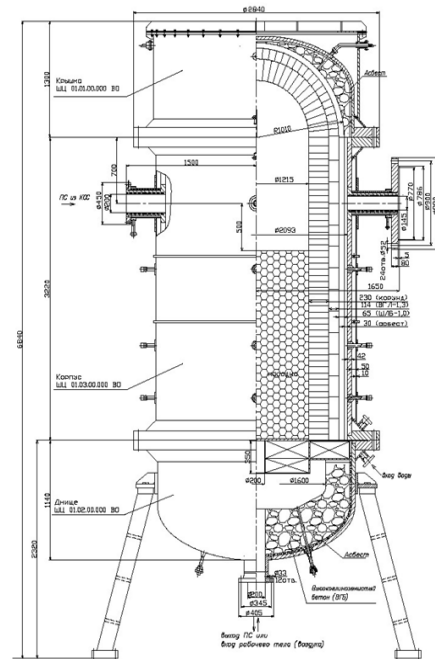
- ❑ Трехмерные нестационарные гиперзвуковые течения вокруг тел произвольной формы.
- ❑ Равновесные/неравновесные течения; плазмообразование в ударном слое.
- ❑ Сопряженный тепло- массообмен на обтекаемых поверхностях.
- ❑ Реализация на компактных гетерогенных (CPU/GPU) вычислительных комплексах производительностью 1 – 10 Тфлопс.
- ❑ Возможность анализа характеристик ГЛА за разумные времена (10-20час)
- ❑ Гиперзвуковые летательные аппараты нового поколения
- ❑ Сопряженный тепло- массообмен на внутренних поверхностях
- ❑ Термогазодинамика смесей сложного состава.
- ❑ 2D/3D моделирование внутренних и внешних течений
- ❑ Управление процессами плазмообразования и плазмогашения внешними электрическими и магнитными полями
- ❑ Прохождение электромагнитных волн в гиперзвуковом ударном слое и в следе ГЛА



НИР и конструкторские проработки (совместно с НИЦ-3) в рамках программы развития экспериментальной базы ЦАГИ в обеспечение ускоренного развития гиперзвуковых технологий  
(хоз. договора с ЦАГИ, науч. рук. – д.ф.м.н. Битюрин В.А.)

### Основные направления

- расчетно-теоретические исследования и конструкторские проработки создания кауперных подогревателей для гиперзвуковых аэродинамических труб (Мирошниченко В.И.);
- расчетно-теоретические и экспериментальные исследования МГД преобразования в канале и разработка охлаждаемых стенок канала МГД ускорителя для гиперзвуковой аэродинамической трубы СМГДУ с целью кардинального увеличения длительности работы (Грушин В.А, Залкинд В.И.);
- создание радиоизмерительного комплекса на СМГДУ для исследования взаимодействия электромагнитного излучения с плазменными формированиями в гиперзвуковом ударном слое (Пашина А.С., Бровкин В.Г.);
- развитие плазменной технологии зажигания и поддержания горения в переходных режимах ГПВРД (Фирсов А.А., Яранцев Д.А.);
- НИР исследования возможностей управления аэродинамическим шумом ЛА с помощью плазменных и МГД технологий (Моралев И.А.);
- перспективные исследования по программе ЦАГИ-РАН (совместно с НИЦ-1 и НИЦ-3)

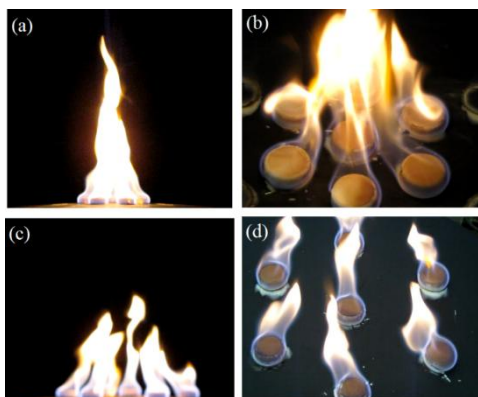




## Изучение условий генерации нестационарных свободных огненных вихрей

(чл.-корр. РАН А.Ю.Вараксин )

### Обычное горение топлива



**Обычное горение таблеток твердого  
топлива (уротропина): (a),(c) – вид  
сверху; (b), (d) – вид сбоку.**

### Генерация огненных вихрей



**Типичные снимки процесса горения в  
случае генерации огненных вихрей**



**Огненные вихри и смерчи при пожарах**

- ❑ Продемонстрирована возможность генерации свободных концентрированных огненных вихрей в условиях отсутствия внешней циркуляции.
- ❑ Получены первые данные, касающиеся условий генерации, устойчивости и динамики огненных вихревых структур.
- ❑ Разработан алгоритм регистрации огненного вихря на основе анализа последовательно записанных термограмм.
- ❑ Получены новые данные о мгновенных полях температур и скоростей в огненных вихрях с использованием методов инфракрасной термометрии и анемометрии по изображениям частиц.

# ВЫВОДЫ

1. В целом показатели работы НИЦ-2 и его отделений в 2015 году несколько улучшились по сравнению с 2014 годом. Однако ситуация по научным подразделениям крайне неоднородная.
2. Обнадеживает прогресс некоторых отделов и лабораторий НИЦ-2 в укреплении экспериментальной базы (А.С. Косой, В.Г. Свиридов, А.Н. Гавриков, В.М. Зайченко, С.Е. Фрид, В.И. Борзенко и др.). Во многом этому способствовали институтский проект РНФ и 6 соглашений с Минобрнауки. Имело место развитие связей с Индустриальными партнерами и конкретными Заказчиками (ЦАГИ, МИТ, КБ Миля) подразделений Отделения 2.2 (А.Н. Бочаров, В.Н. Битюрин).
3. Вместе с тем ситуация 2016 г. и особенно 2017 г. может резко обостриться в связи с завершением проектов Минобрнауки и сокращением финансирования по линии РНФ. Требуется усилить работу по оптимизации структуры и составов подразделений НИЦ-2, повышению активности руководителей и сотрудников по научным публикациям в высокорейтинговых научных изданиях, привлечению дополнительных источников финансирования проводимых исследований и прикладных разработок.