

РАЗРАБОТКИ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ: ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НАУЧНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Белорусский Государственный Университет
НИУ Институт ядерных проблем
Республика Беларусь, г. Минск, ул. Бобруйская 11.
Лаборатория сильноточной электроники

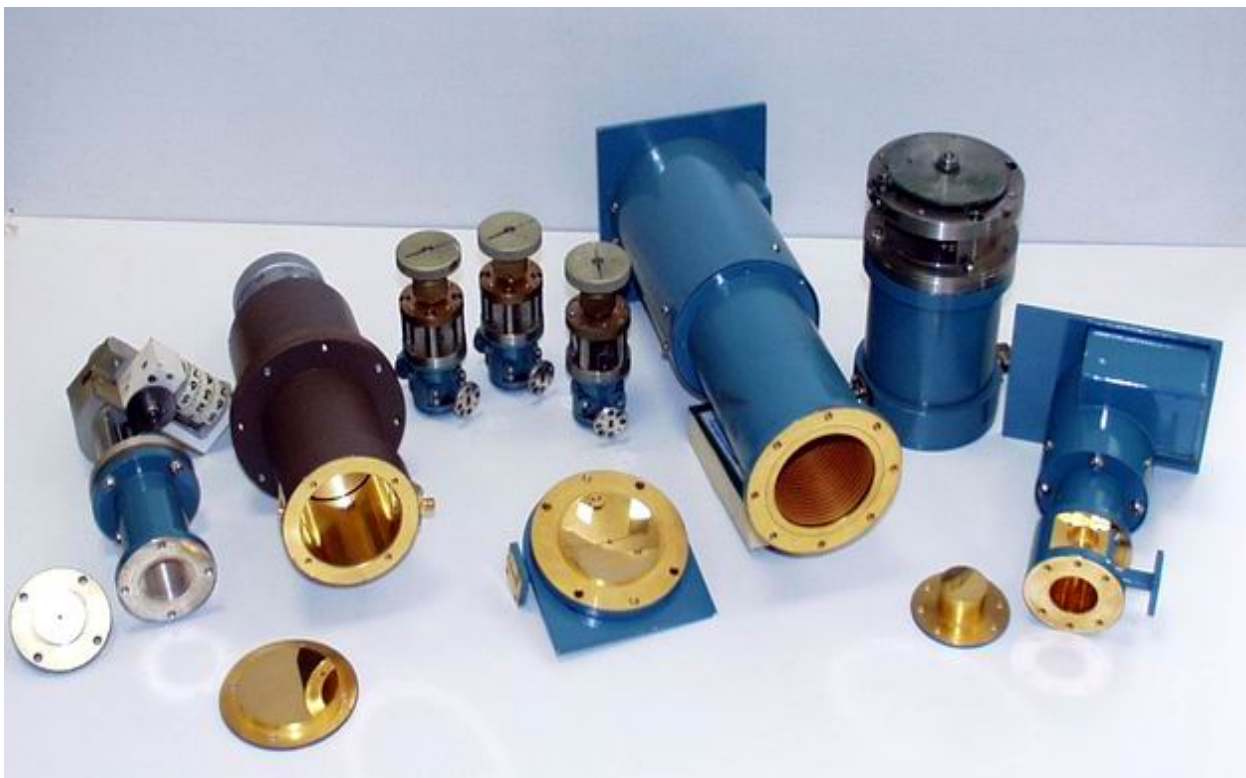
Тел.: (+375 17 226-42-20), факс: (+375 17 226-51-24)
www.bsuproduct.by inp.bsu.by
E-mail: karpovich@inp.minsk.by rodionova@inp.minsk.by

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. СВЧ - системы и компоненты

а) резонансные системы с высокой добротностью

Высокодобротные СВЧ резонаторы используются для создания качественных источников сигналов радиолокационных и навигационных систем, для проведения спектральных и частотных измерений, для измерения параметров материалов, для проведения физических исследований. Резонаторы СВЧ применяются в электронике СВЧ: резонансные и стабилизирующие системы генераторов; в измерительной технике: волномеры, фильтры, измерители спектра сигналов, частотные дискриминаторы; в экспериментальной физике: спектроскопия электронного парамагнитного резонанса, измерение параметров материалов; а также в ускорителях элементарных частиц; в голографии; в радиоастрономии и др.



Основные технические параметры резонаторов

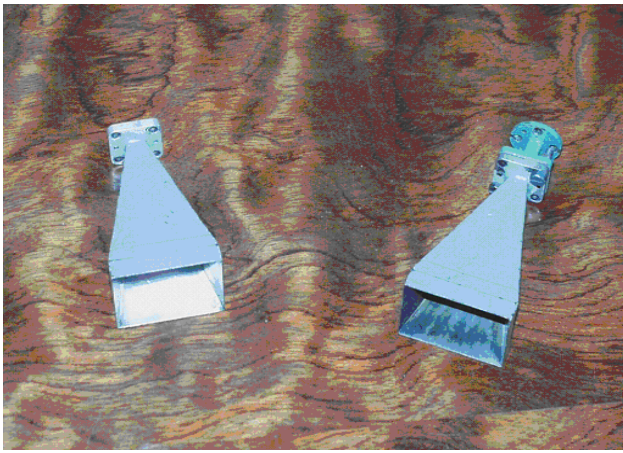
Модель	Диапазон, ГГц	Тип резонатора	Канал	Добротность	КСВН
PBO101	32,0-53,57	Открытый квазиоптический	Волновод	60000	1,65
PBO111	53,57-78,33			66000	1,70
PBO121	78,33-118,1			75000	1,70
PBO131	118,1-178,4			75000	1,90
PBC501	17,44-21,6	Цилиндрический	Волновод	42000	1,80
PBC511	21,6-25,95			48000	1,90
PBC521	25,95-32,0			45000	2,0
PBC531	32,0-37,5			45000	2,0
PBG531	32,0-37,5	Гофрированный	Волновод	60000	1,65
PBG541	37,5-47,0			60000	1,65
PBG551	47,0-53,57			60000	1,6
PBC311	2,0-3,0	Цилиндрический	Коаксиал	18000	1,6
PBC321	3,0-4,0			24000	1,6
PBC331	4,0-5,2			51000	1,6
PBC371	4,9-5,64			57000	1,6
PBC401	5,64-7,2			42000	1,6
PBC411	6,93-8,15			42000	1,6
PBC421	7,6-9,8			45000	1,5
PBC451	9,4-12,05			45000	1,8
PBC061	8,15-12,05			42000	1,6
PBC461	12,05-15,4			42000	1,95
PBC481	15,4-17,44			42000	1,95
PBC071	12,05-17,44			42000	1,8
PBC241	0,60-1,20			10000	1,2
PBC251	1,07-2,14			10000	1,6

б) генераторы и микроволновые компоненты

Микроволновые генераторы используются в качестве гетеродинов в цифровых и аналоговых связных системах, радиорелейных станциях, системах спутникового телевидения, а также в различной измерительной аппаратуре. Генераторы с амплитудной или частотной модуляцией, генераторы, стабилизированные диэлектрическим резонаторами, генераторы, управляемые напряжением, генераторы с умножением частоты в различных частотных диапазонах.

Микроволновые компоненты (смесители, детекторы, аттенуаторы, переключатели, направленные ответвители, согласованные нагрузки) используются при разработке СВЧ трактов в различных диапазонах частот.



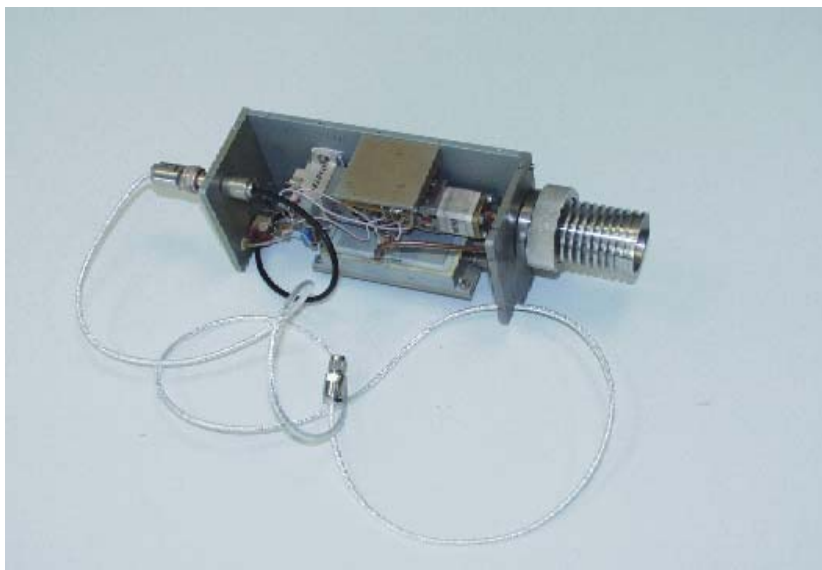


Основные технические параметры генераторов

Параметр	Единица измерения	Величина
<u>Генератор на диоде Ганна</u>		
Диапазон частот	ГГц	18...53
Выходная мощность	мВт	10...100
Диапазон рабочих температур	°С	-50...+50
Напряжение питания	В	9...12
Ток питания	А	1,5
Тип канала		волновод
<u>Генератор управляемый напряжением</u>		
Диапазон частот	ГГц	30...38
Полоса перестройки	ГГц	1,0...4,0
Выходная мощность	мВт	10...50
Нелинейность перестройки	%	3...6
Диапазон рабочих температур	°С	-50...+50
Напряжение питания	В	9...12
Ток питания	А	1,5
Тип канала		волновод
<u>Генератор с умножением частоты</u>		
Диапазон частот	ГГц	50...98
Выходная мощность	мВт	5...20
Диапазон рабочих температур	°С	-50...+50
Напряжение питания	В	9...12
Ток питания	А	1,5
Тип канала		волновод

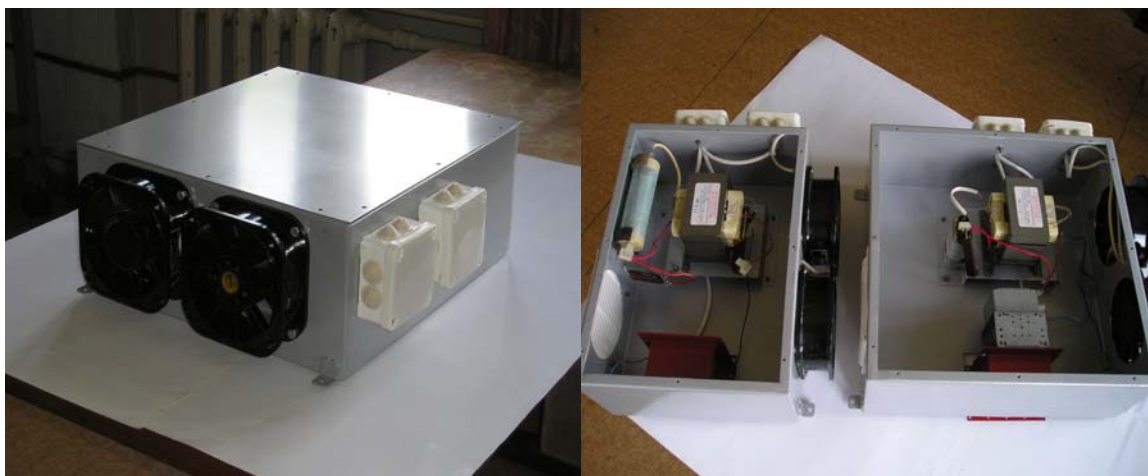
в) микроволновые модули

Приемо-передающий модуль относится к устройствам беспроводной связи (wireless communication) и предназначен для быстрой передачи большого объема цифровой информации на дальние расстояния. Может использоваться при любых видах цифровой передачи сообщений и данных с высокой скоростью в миллиметровом диапазоне длин волн. Рабочая частота приемо-передатчика может находиться либо на частоте 62 ГГц, либо на частоте 90 ГГц (уточняется в ходе разработки технического задания на приемо-передающую систему). Приемо-передающая система обеспечивает дальность передачи цифровых данных не менее 15 км. Линейность модуляционной характеристики системы и полоса пропускания позволят передавать цифровые данные со скоростью 50 Mbit/s.



Модуль микроволнового нагрева является устройством, генерирующим электромагнитную энергию, и предназначен для использования в технологических процессах сушки, нагрева, стерилизации различных диэлектрических материалов. Использование в производственных технологических процессах:

- сушки пиломатериалов,
- стерилизации и сушки пищевых продуктов,
- стерилизации грунта,
- стерилизации фармакологических препаратов,
- нагрев диэлектрических материалов.



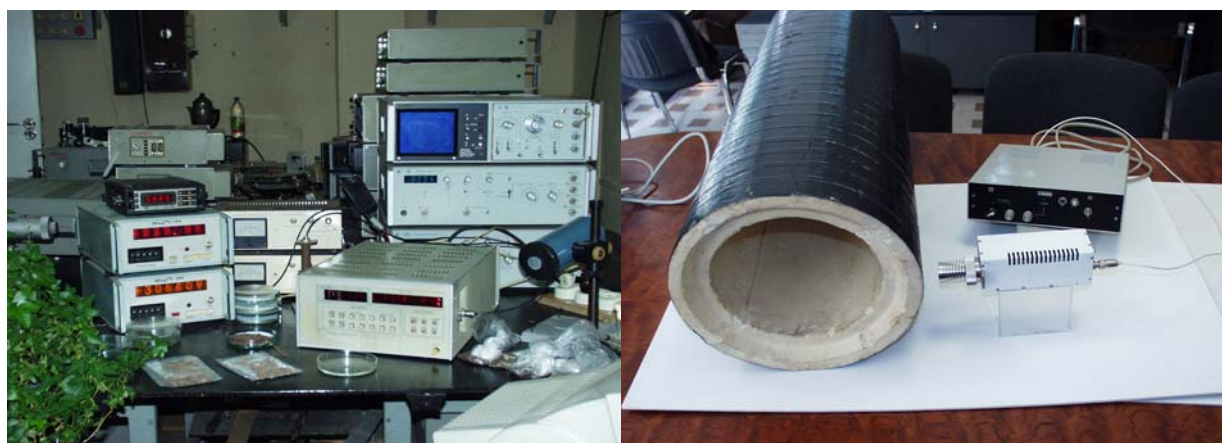
Модуль микроволнового нагрева ММН КРЭС 434726.001 представляет собой законченное изделие, генерирующее электромагнитную энергию. Волноводный выход изделия позволяет использовать его в заказном промышленном оборудовании, оптимизированном для конкретных задач сушки, нагрева, стерилизации различных диэлектрических материалов. Конструктивное исполнение изделия позволяет получать требуемую мощность электромагнитной энергии путем многомодульного построения оборудования, как резонансного, так и конвейерного типа.

Основные технические характеристики модуля микроволнового нагрева

Параметр	Единица измерения	Величина
Выходная СВЧ мощность	Вт	800
Рабочая частота	МГц	2450
Потребляемая мощность	Вт	1500
Режим работы		продолжительный
Размеры	мм	420x340x240
Масса	кг	9,5
Тип канала		волновод

г) стендовая аппаратура для физических исследований в СВЧ диапазоне.

Комплексы для измерения электродинамических характеристик СВЧ элементов и систем в различных частотных диапазонах. Используются в научных исследованиях и учебном процессе.



2. Взаимодействие электромагнитных волн с биологическими объектами:

a) предпосевная биофизическая обработка семян овощных культур

Экологически безопасная биотехнология, применяемая при выращивании овощных культур (томаты, огурцы, капуста и др.). В основе технологии лежит информационное воздействие микроволновой энергии малого уровня мощности на биологические объекты. Применение микроволновой технологии предпосевной обработки семян повышает физиологическую активность растений, позволяет уничтожить семенную инфекцию, способствует более быстрому развитию растений и более раннему плодоношению.



Основные технические характеристики оборудования предпосевная биофизическая обработка семян овощных культур

- производительность (зависит от сорта и режима обработки семян) – 0,05...1,2 т/сутки,
- потребляемая мощность – не более 3,8 кВтч,
- количество источников электромагнитной энергии – 2...6 шт.,
- ресурс источника электромагнитной энергии – 5 лет,
- габариты, макс. – 1,5x1,5x3 м,
- вес, макс. – 800 кг,
- срок службы оборудования, не менее – 8 лет,

Основные результаты применения предпосевной биофизической обработки

№	Культура, сорта	Основные результаты	Годы и место применения
1	Огурцы Нинох-412, Зарница, Королек, Моск. юбил., Амур, Амазонка, Верасень, Герман, Гладиатор, Эстафета, Media, Deltastar, Verino, Concerto, Ventura, Melody, Sequenza, Парус, Турнир, Mystica, Кураж, Сапфир, Татьяна, Виллина, Джулия, Эффект, Атлет, Compronist, Казанова, Одессит, Кадет, Бодрячок, Авторитет, Эстафета, Yuni, Vokal, Орлик, Мурашка, Янус, Media, Mirabelle	Увеличение урожайности на 200 - 220 ц/га	1996 – 2007 гг. БелНИИ ЗР, БелНИИ О, ЧУП «Озерицкий», МОФ, МПТК, ГОФ, АТФ «Ждановичи», РУПП «Витязь», УКАП «Рудаково», РУП «Весна Энерго», к-з им. Орловского, ОАО «Нафтан», АФ «Днепр», КУСП «Староборисов», УКАП «Вейно», КСУП «Мозырская овощная фабрика», КУСП «Тепличный», ДК «Мостовская сельхозтехника», КУСП «Брилево»
2	Томаты Слава Молдовы, Благовест, Кострома, Фараон, Мастер, Romatos, Recento, Vence, Aromata, Cunero, Maeva, Raissa, Anabel, Евпатор, Алькасар, Grace, Альгамбра, Масарена, Ivone, Emotion, Вомах, Admirо, Geronimo, Bogota, Camry, Barcelona, Cameron, Bogota	Увеличение урожайности на 180 - 230 ц/га	1996 – 2007 гг. БелНИИ ЗР, БелНИИ О, ЧУП «Озерицкий», МОФ, МПТК, АТФ «Ждановичи», ГОФ, РУПП «Витязь», АФ «Днепр», РУП «Весна-Энерго», УКАП «Рудаково», к-з им. Орловского, ОАО «Нафтан», КУСП «Староборисов», УКАП «Вейно», КСУП «Мозырская овощная фабрика», ЗАО ППК «Озерный», КУСП «Тепличный», КУСП «Брилево».
3.	Перец Plenty, Derby, Dazzle, Bossanova	Увеличение всхожести на 15-20%, увеличение урожайности на 70-85 ц/га	2004 – 2007 гг. ОАО «Нафтан», РУП «Весна-Энерго», АФ «Днепр»
4.	Баклажаны Combo	Увеличение всхожести на 13-18%, Увеличение урожайности на 50-65 ц/га	2004 – 2007 гг. РУП «Весна-Энерго»
5	Капуста Белорусская, Подарок, Русиновская, Ландегекер, Жнивеньская	Увеличение урожайности на 30-50 ц/га	1999 – 2005 гг. БелНИИ ЗР, БелНИИ О, АФ «Рассвет».
6	Свекла Бордо, Прыгажуня	Увеличение урожайности на 25-35 ц/га	2000 – 2005 гг. БелНИИ О, АФ «Рассвет»
7	Морковь Карлена, Нантская, Леандр,	Увеличение урожайности на 25-35 ц/га	2000 – 2005 гг. БелНИИ ЗР, АФ «Рассвет», БелНИИ О, КУСП «Тепличный»

б) микроволновая стерилизация и сушка пищевых продуктов и материалов

Высокоэффективная энергосберегающая технология стерилизации продуктов и материалов для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства, в основе которой лежит высокое поглощение микроволновой энергии диэлектрическими материалами. Конструкция и производительность оборудования разрабатываются под требования Заказчика. Технология микроволновой стерилизации характеризуется: высокой эффективностью преобразования микроволновой энергии в тепловую, выделяемую в нагреваемом продукте, бесконтактным избирательным нагревом обрабатываемого материала, тепловой безинерционностью.



Основные технические характеристики оборудования для микроволновой стерилизации пищевых добавок

- | | |
|--|-------------------|
| 1. Производительность: | до 4 кг/мин |
| 2. Максимальная потребляемая мощность: | не более 18 кВт. |
| 3. Рабочая частота источника эм энергии, МГц | 2450+-100 |
| 4. Масса сушильного оборудования: | не более 1400 кг. |

Показатели эффективности микроволновой стерилизации

Показатели	Нормативы	Контроль	После стерилизации
1. КМАФАнМ/кое/г/	Не более 1×10^4	8×10^5	$1,2 \times 10^2$
2. БГКП	Не доп. в 0,1г	БГКП	Не обн.
3. E.coli	Не доп. в 1г		Не обн.
4. St.aureus	Не доп. в 1г		Не обн.
5. B.cereus	Не более 200		Не обн.
6. Патогенные в т.ч. сальмонелла	Не доп. в 10г		Не обн.
7. Дрожжи /кое/г/	Не более 100		Не обн.
8. Плесени /кое/г/	Не более 100	6×10^4	Не обн.



Основные технические характеристики оборудования для стерилизации грунта

1. Производительность, т/сутки	1...2
2. Потребляемая мощность, кВтч	8...9
3. Количество микроволновых модулей, шт.	6
4. Рабочая частота источника эм энергии, МГц	2450+-100
5. Вес, кг	1800

Показатели эффективности микроволновой стерилизации грунта

Возбудители	Интен. споронош. до обработки, %	Интен. споронош. после обработки, %	Ингибирование возбудителей, %
<i>Fusarium oxysporum</i> (корневая гниль)	92,8	0	100%
<i>Botritis cinera</i> (серая гниль)	94,9	0	100%
<i>Sclerotinia sclerotinian</i> (белая гниль)	85,4	0	100%
<i>Corinebacterium michiganeuse</i> (бактериальный рак)	76,3	0	100%

Стадии развития	Количество жизнеспособных нематод в 0,1 мл почвенной вытяжки до обработки	Количество жизнеспособных нематод в 0,1 мл почвенной вытяжки после обработки
Личинка	6,2	0
Самки	7,0	0
Самцы	7,2	0

Возбудители до обработки	Возбудители после обработки
Споры <i>Ascohyta cucumeris</i> - 17-18 шт	Обрывки мицелия
Споры сапрофитных грибов – массовое количество	Обрывки мицелия
Споры <i>Colletotrichum</i> – массовое количество	Обрывки мицелия
Споры <i>Botritis senerea</i> – массовое количество	Обрывки мицелия

Возбудитель	Наличие колоний после облучения живых	Наличие колоний после облучения погибших	Ингибирование возбудителей, %
Ascochita	0	10	100
Colletotrichum	0	20	100
Botrytis	0	16	100
Aspergillus	0	22	100
Mucor	0	40	100



Основные технические характеристики оборудования для сушки и стерилизации сыпучих и гранулированных продуктов

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. Объем сушильной камеры: | 0,1...0,12 м ³ . |
| 2. Производительность: | до 10 кг/час |
| 3. Максимальная потребляемая мощность: | не более 2 кВт. |
| 4. Конечная влажность продукта: | 3...5%. |
| 5. Масса сушильного оборудования: | не более 80 кг. |

в) предпосевная биофизическая обработка семян льна

Экологически безопасная биотехнология для предпосевной обработки семян льна предназначена для улучшения посевных качеств семян и обеспечения на посев высокопродуктивных сортов льна, использования комплексной защиты посевов и исключения экологически опасных приемов предпосевного протравливания семян, снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции.



**Основные технические характеристики оборудования
для предпосевной биофизической обработки семян льна.**

Наименование	РКЭС 1	РКЭС 4	РКЭС 6
Производительность, т/сутки	1...1,2	4...4,5	6...6,5
Потребляемая мощность, кВтч	1,8	6	9
Количество источников эм энергии, шт.	5	20	30
Ресурс источника эм энергии, лет	5	5	5
Габариты, м (уточняются)	1,5x1,5x3	4,5x3x3	6x3x3
Вес, кг (уточняется)	1200	3400	5600
Срок службы оборудования не менее, лет.	8	8	8

3. Электродинамика неоднородных сред:

а) исследования электродинамических характеристик наноматериалов

Методы и аппаратура, на основе высокочастотных резонансных систем, позволяющие исследовать электродинамические характеристики наноматериалов, обеспечивающие новые функциональные характеристики изделий для электроники и радиотехники в СВЧ диапазоне.

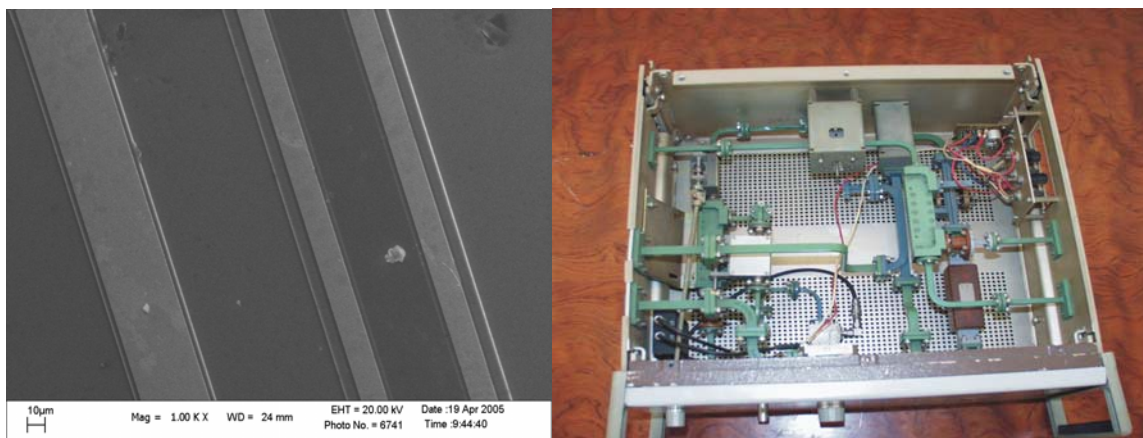


Перспективные направления

а) исследование предпосевной биофизической обработки семян лесных культур



б) практические приложения наноматериалов в СВЧ – диапазоне



в) изготовление технологического СВЧ-оборудования для сушки и стерилизации различных материалов под требования заказчика



Микроволновая технология и оборудование для сушки древесины

Применение технологии микроволновой сушки древесины позволяет сократить: в 1,5...2 раза сроки и в 1,5...1,8 раза стоимость сушки древесины твердых пород при высоком качестве высушенного материала.

Основные технические характеристики оборудования для сушки древесины

Наименование показателя	КРЭС – 2 681381.002	КРЭС – 10 681381.007	КРЭС – 15 681381.013
Принцип действия	Комбинированный: конвективный нагрев + диэлектрический нагрев		
Габаритные размеры, мм	1400x1500x2550	2200x2500x3600	2200x2500x4600
Объем камеры, м ³	1,8	9,8	12,7
Объем загружаемого материала, м ³	0,5...0,65	2,9...3,4	4,0...4,5
Базовая комплектация: - модуль конвекц. нагрева - модуль диэлектр. нагрева - пульт управления - выт. вентилятор	1 2...4 1 1	3...6 6 1 2	6 6 1 2
Потребляемая мощность, макс. кВтч	4...6	14...23	23
Производительность	Снижение влажности от 1,5 до 8% в сутки в зависимости от породы древесины		
Масса, кг	700	1800	2600
Средние затраты электроэнергии на сушку 1 м ³ пиломатериала, кВтч			
Сосна, ель	260...350		
Ольха, береза	450...600		
Дуб, бук, ясень	800...1400		

ВАРИАНТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА

- Разработка систем, оборудования, приборов и компонентов под требования Заказчика.
- Продажа готовой продукции.
- Продажа конструкторской документации.
- Продажа технологий.