

К.П. Куценогий

## История развития исследований в области аэрозолей в Сибири

*Институт химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск*

Поступила в редакцию 22.05.2000 г.

Дается краткий обзор основных этапов развития Сибирского отделения Российской академии наук с момента его создания в конце 50-х гг. и до настоящего времени. Приводятся сведения о состоянии аэрозольных исследований в Сибири, и дается анализ их по сравнению с современным мировым уровнем в данной области. Показано, что столь быстрое становление новой области наук связано с особенностями развития научных исследований в СО РАН. На типичном примере аэрозольных исследований в Институте химической кинетики и горения иллюстрируется эффективность принципов создания мощного научного центра в Сибири.

Чтобы лучше понять современное состояние научных исследований в области аэрозолей в Сибири, очень важно хотя бы бегло оглянуться на сорок лет назад к моменту образования Сибирского отделения Академии наук СССР. Организация Сибирского отделения и его дальнейшее развитие во многом определили тот уровень исследований в аэрозольной науке, который мы имеем сегодня.

Итак, что же произошло в конце 50-х гг. нашего столетия?

### Хроника становления СО АН

18 мая 1957 г. Совет Министров СССР принимает постановление о создании Сибирского отделения Академии наук СССР.

7 июня 1957 г. Президиум Академии наук СССР принял к исполнению постановление Совета Министров СССР и решение о создании в Новосибирске Академгородка с 10 институтами механико-математического, физико-технического, биологического, геофизического и экономического профилей.

21 июня этого же года в состав институтов включены еще три института по химическим наукам.

29 ноября 1957 г. Президиум постановил организовать в Иркутске в период с 1958 по 1965 г. Восточно-Сибирский центр в составе СО АН, состоящий из восьми институтов физико-технического, геофизического, биологического, химического и географического профилей.

В декабре 1960 г. вблизи Красноярска выделяются площади под строительство Академгородка [1].

Перед Сибирским отделением АН СССР ставятся три основные задачи:

1. Развитие комплексных фундаментальных и прикладных исследований, связанных с развитием Сибирского региона.

2. Укрепление связей с интенсивно развивающимися на востоке страны промышленностью и сельским хозяйством.

3. Активное развитие высшего образования для обеспечения высококвалифицированными кадрами как научных учреждений СО АН, так и различных региональных отраслей народного хозяйства.

В связи с этим 9 января 1958 г. СМ СССР принял постановление об организации Новосибирского государственного университета как составной части СО АН. Уже в сентябре 1959 г. начались первые занятия в университете, а в 1963 г. состоялся первый выпуск специалистов.

В основе столь грандиозных решений в истории развития научных исследований в СССР лежат объективные причины (табл. 1, 2).

Из табл. 1 видно, что 75% топливных ресурсов (уголь, нефть, газ) бывшего СССР находятся в Сибири. В Сибири же сосредоточены почти половина гидроэнергетики, водных ресурсов и промышленной древесины, до 20% земельных ресурсов, 10% основных производственных фондов и 8,5% трудовых ресурсов.

Т а б л и ц а 1

Распределение энергетических и минеральных ресурсов России [2]

Вид ресурса	Отношение Сибирь/Россия, %
Уголь, нефть и газ	75
Гидроэнергетика	50
Промышленная древесина	50
Водные ресурсы	50
Земельные »	20
Трудовые »	8,5
Основные производственные фонды	10

Из табл. 2 видно, что Сибирь занимает территорию 10 млн. км<sup>2</sup>, что равно территории всей Европы и примерно половине территории бывшего СССР. В то же время плотность населения в Сибири в 3,6 раза ниже средней плотности населения в России и почти в 30 раз ниже, чем в Европе.

Таблица 2

Территория	Число жителей, млн. чел.	Площадь, млн. км <sup>2</sup>	Отношение	
			Площадь	Плотность населения
Европа	728	10,5	1,05	30,3
Россия	148	17	1,7	3,6
Сибирь	24	10	1	1

Нетрудно понять, что будущее благополучие России во многом определяется темпами освоения богатств Сибири. Совершенно ясно, что решить задачи, стоящие перед промышленностью, сельским хозяйством, здравоохранением и управлением громадной территорией, невозможно без использования современных научных технологий. Реальность выполнения стоящих перед страной задач возможна, если создать мощную комплексную разветвленную сеть научных учреждений непосредственно в Сибирском регионе.

Как показал опыт прошедших десятилетий, принятые в 1957 г. решения были совершенно правильными, а их выполнение действительно стало выдающимся достижением не только ученых, но и всего нашего общества.

В июне 1959 г. в эксплуатацию принято первое здание – Институт гидродинамики. В августе 1964 г. Госкомиссия подписывает акт о приеме в эксплуатацию Новосибирского центра, в состав которого входят 15 институтов, Опытный завод, жилой фонд площадью около 280 тыс. м<sup>2</sup>, 5 общеобразовательных школ, 18 детских садов и яслей, 15 магазинов, 7 столовых, клуб, широкоэкранный кинотеатр, 2 больницы на 340 коек с двумя поликлиниками и другие объекты.

К началу 80-х гг. по всей Сибири создана мощная сеть научных центров и филиалов Сибирского отделения

АН СССР [2]. Одновременно на базе научных центров активно развивается и система высшего образования.

По примеру СО АН СССР в Сибири создаются Сибирские отделения сельскохозяйственной и медицинской Академий наук СССР.

В начале 90-х гг. в Сибири сформирована комплексная система научных и образовательных центров [3]. В таких крупных промышленных городах, как Тюмень, Новосибирск, Кемерово, Красноярск, Иркутск, находятся институты всех трех академий, университеты и международные научные центры. Кроме того, по всей Сибири созданы научно-исследовательские академические институты. Такая система является мощным научным потенциалом Сибири.

### Характеристика аэрозольных исследований в Сибири

Всестороннее развитие научных исследований в Сибири, несомненно, явилось главным фактором, стимулирующим гармоничное развитие всех научных направлений, включая и исследования в области аэрозольной науки. Подтверждением этому могут служить данные табл. 3.

Таблица 3

Область аэрозольных исследований отраслевых НИИ и университетов в Сибири

Организация	Место нахождения	Дата основания	Область аэрозольных исследований
1	2	3	4
Институты Академии наук			
Институт вычислительной математики и математ. геофизики	Новосибирск	1963	
Институт компьютерных технологий	»	1990	● ● ■
Институт теплофизики	»	1957	● ■ □ ▲
Институт теоретической и прикладной механики	»	1957	■ □ ●
Институт гидродинамики	»	1957	■ □ ●
Институт катализа	»	1958	■ ● ○ □
Институт органической химии	»	1958	■
Институт экологического приборостроения	»	1986	■
Институт химической кинетики и горения	»	1957	● ○ ■ □ ▲ △
Институт твердого тела и механохимии	»	1957	■ □ ▲
Институт систематики и экологии животных	»	1957	● ▲ △
Институт ядерной физики	»	1957	■
Институт цитологии и генетики	»	1957	▲ △
Лимнологический институт	Иркутск	1961	● ○
Институт оптики атмосферы	Томск	1968	● ○ ■ □
Институт климато-экологического мониторинга	»	1996	○ ■ □
Институт физики прочности и материаловедения	»	1984	● ○ ■ □ ▲
Институт водных и экологических проблем	Барнаул	1988	○
Институт угля	Кемерово	1983	● ○
Институт леса	Красноярск	1958	○
Вычислительный центр	»	1975	●
Институт прикладной физики	Новосибирск	1967	■
КБ энергетического машиностроения	»	1980	■
Институт аэриологии федерального центра вирусологии и иммунологии	»	1994	● ○ ■ □ ▲
Прикладные исследовательские институты			
Высшие учебные заведения			
Новосибирский государственный университет	Новосибирск	1959	● ○ ■
Новосибирский государственный технический университет	»	1948	● □

1	2	3	4
Сибирская государственная геодезическая академия	»	1933	■
Томский государственный университет	Томск	1878	● ● ■
Барнаулский государственный университет	Барнаул	1985	● ● ■
Иркутский государственный университет	Иркутск	1957	● ■
Кемеровский государственный университет	Кемерово	1978	● ● ■

Примечание: ● – фундаментальные исследования; ● – атмосферные аэрозоли; ■ – методика измерения и измерительная техника; ■ – прикладные исследования; ▲ – материалы; ▲ – здоровье.

В табл. 3 приведены названия институтов и высших учебных заведений, в которых ведутся исследования, связанные с изучением различных аспектов аэрозольной науки. В качестве классификации использована тематика, активно обсуждавшаяся на последней Европейской аэрозольной конференции в Эдинбурге (сентябрь 1998 г.) [4]. Из табл. 3 видно, что в настоящее время аэрозольные исследования ведутся в 22 институтах СО РАН, в трех институтах прикладного направления и в семи университетах.

В одном из федеральных центров создан Институт по аэриобиологии, основная тематика которого связана с исследованиями биоаэрозолей. В совокупности исследования по аэрозольной тематике в Сибирском отделении полностью охватывают основные направления аэрозольной науки.

Наиболее комплексно аэрозольные исследования, как видно из табл. 3, представлены в Институте химической кинетики и горения СО РАН, в котором исследования ведутся в нескольких лабораториях и представляют одно из основных научных направлений института.

В Томске крупным институтом СО РАН, в котором аэрозольные исследования – одно из ведущих направлений, является Институт оптики атмосферы. В настоящее время этот институт признан одним из лидеров в России по масштабу и глубине исследований в области оптики атмосферы [5].

Так как развитие многих новых научных направлений в СО РАН имеет много общего, остановимся более подробно на развитии аэрозольной науки в Институте химической кинетики и горения.

28 июня 1957 г. Президиум АН СССР утвердил Устав СО АН СССР и основные научные направления деятельности его институтов.

Для Института химической кинетики и горения СО АН это были:

– исследования элементарных химических реакций, особенно реакций свободных радикалов с развитием для этой цели физических и радиоспектроскопических методов;

– исследования в области физико-химии горения и **физико-химии дисперсных систем;**

– синтез и исследование высоконасыщенных соединений.

Первоначально предполагалось, что исследования по дисперсным системам будут связаны с изучением механизма диспергирования при горении твердого топлива, но реальная ситуация несколько изменила приоритеты, так как одним из важных факторов при определении тематики научных исследований были проблемы, связанные с освоением Сибири.

Одной из острых проблем в Сибири является проблема высокой численности гнуса, который в период своей активности доставляет большие неприятности и людям, и животным, проживающим в Сибирском регионе. Исходя из этого, 12 января 1961 г. Президиум СО АН СССР принял постановление «О применении новых технических средств для борьбы с гнусом и другими кровососущими насекомыми на больших площадях», в соответствии с которым в ИХКиГ СО АН под руководством его директора чл.-кор. АН СССР А.А. Ковальского начались работы по созданию мощного аэрозольного генератора (МАГ).

Начавшиеся эксперименты по использованию аэрозолей для защиты от вредных насекомых переросли в широко-масштабные исследования по созданию оптимальной аэрозольной технологии применения биологически активных веществ. Это направление успешно развивается и до сего времени.

В 1971 г. в ИХКиГ СО АН СССР создается специальная лаборатория дисперсных систем, в задачи которой входят исследования по развитию аэрозольной технологии борьбы с вредными насекомыми и по изучению процессов диспергирования при горении твердых топлив.

Таблица 4

Некоторые этапы развития аэрозольных исследований в лаборатории дисперсных систем ИХКиГ СО РАН

Проблема	Годы	Цели
Оптимальная аэрозольная технология защиты растений (ОАТ)	1961–1999	Создание аэрозольной техники и технологии для применения биологически активных веществ (БАВ), позволяющих уменьшить удельный расход БАВ, уровень загрязнения окружающей среды и экологический риск.
Образование аэрозолей при горении твердых топлив	1972–1978	Выяснение механизма диспергирования при горении твердых топлив.
Льдообразующие аэрозоли для активных воздействий на переохлажденные облака и туманы	1973–1984	Поиск путей повышения эффективности льдообразующих составов.
Очистка газов от жидких аэрозольных частиц	1974–1988	Создание эффективных средств газоочистки газов от жидких аэрозолей в системах кондиционирования в авиационной технике и получения чистых газов в масляных компрессорах.
Создание эффективных маскирующих аэрозолей в ИК-области ( $1 < \lambda < 30$ мкм)	1986–1988	1. Определение маскирующих средств аэрозолей различной дисперсности в области от 0,5 до 30 мкм. 2. Оценка возможностей повышения маскирующей способности в ИК-диапазоне аэрозолей термомеханических генераторов.
Атмосферные аэрозоли	1974–1999	Изучение свойств атмосферных аэрозолей и их влияния на окружающую среду, здоровье людей и климат.

В табл. 4 приведены некоторые этапы исследований по аэрозольной тематике, выполненные в лаборатории дисперсных систем в период с 1961 по 1999 г. Указаны цели и сроки проведенных исследований, а также наиболее важные результаты.

Остановимся более детально на изложении истории развития исследований по одной из проблем – «Оптимальная аэрозольная технология защиты растений».

### Оптимальная аэрозольная технология для защиты лесных и сельскохозяйственных растений, здоровья населения в период с 1961 г. по настоящее время

Работы по созданию техники для борьбы с гнусом с самого начала носили комплексный характер, что является отличительной особенностью деятельности СО АН.

Мощный аэрозольный генератор был создан в ИХКиГ СО АН специальной конструкторской группой, которая, помимо разработки технической документации, отвечала за изготовление генератора и его испытания в полевых условиях. Уже летом 1961 г. была проведена первая экспедиция, в состав которой входят энтомологи Биологического института СО АН, и приглашены ведущие специалисты по борьбе с гнусом из Москвы и Ленинграда (Санкт-Петербурга).

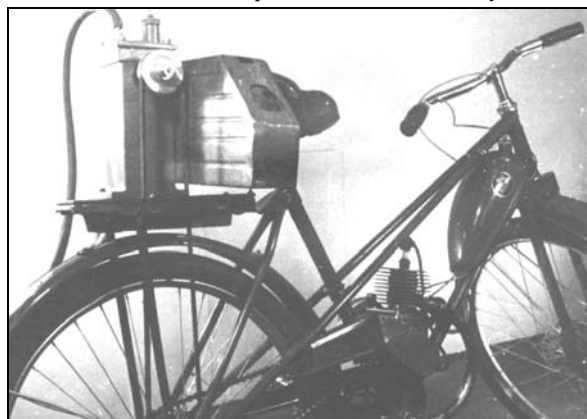
Помимо энтомологов, которые должны были оценить эффективность уничтожения гнуса, в состав экспедиции входили ветеринары, ихтиологи, орнитологи, а также гигиенисты. Им предстояло дать оценку возмож-

ного риска воздействия аэрозольных обработок на животный мир и здоровье населения.

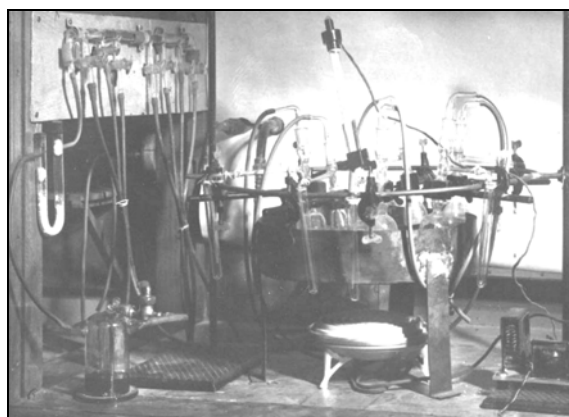
Для оценки физико-химических характеристик аэрозольного облака была сформирована специальная группа физиков из сотрудников Института теоретической и прикладной механики СО АН. Привлечение в экспедицию специалистов различных наук позволило провести комплексные научные исследования и, помимо технологических оценок эффективности создаваемой техники, поставить задачи экологического плана.

Хотя в первой экспедиции не удалось решить полностью весь комплекс возникших проблем, ее результаты показали, что при правильно организованной аэрозольной обработке дальность эффективного действия облака может достигать нескольких километров. Стало ясно, что при таких масштабах обработок необходимо дальнейшее совершенствование методики полевых исследований и количественного учета уничтоженных комаров на больших удалениях.

Уже в следующей экспедиции 1962 г. вопросы выяснения эффективности борьбы с комарами с помощью мощного аэрозольного облака в основном были решены. Но для этого потребовалось создание специального приборного оснащения для измерения характеристик аэрозольного облака и изучения метеоусловий, а также для разработки методики проведения полевых экспериментов на расстоянии нескольких километров от источника (рис. 1). Фактически это оборудование послужило прообразом созданного в дальнейшем комплекса полевых физико-химических лабораторий и автоматизированной метеостанции (рис. 2, 3).



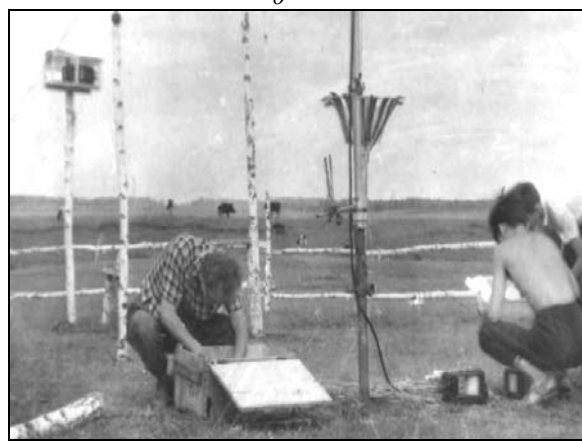
а



б

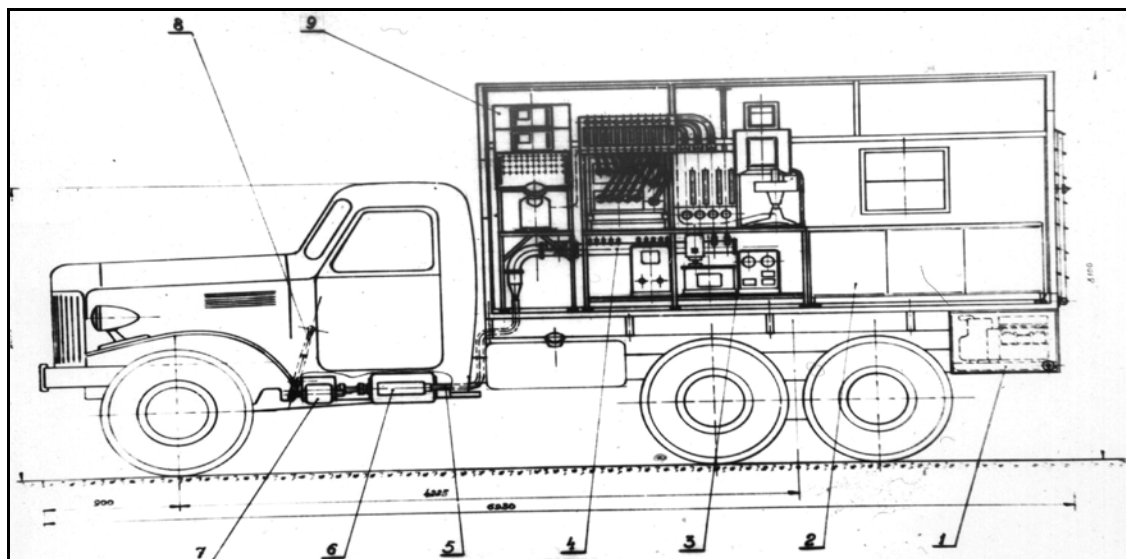


в



г

Рис. 1. Экспедиционное оборудование для физико-химических исследований в экспедиции (1962 г.): а – мобильная «физическая лаборатория»; б – химическая полевая «лаборатория»; в, г – полевая метеостанция



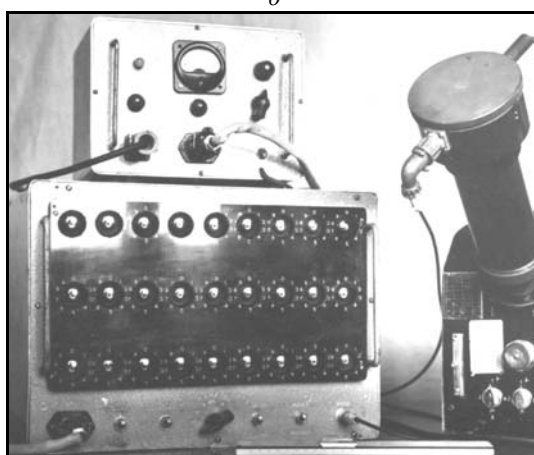
*a*



*б*



*в*

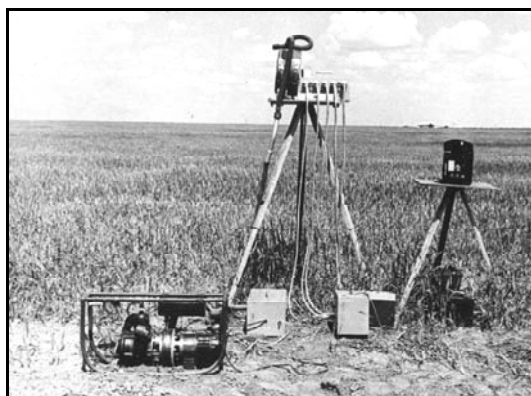


*г*

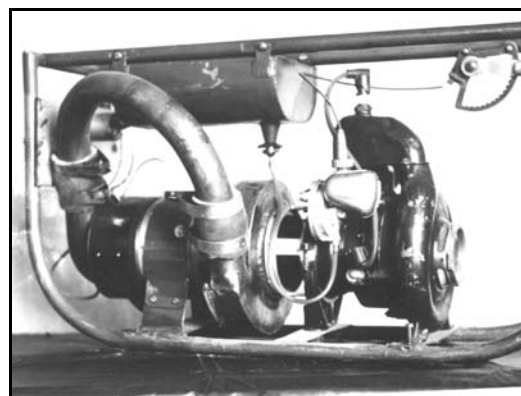


*д*

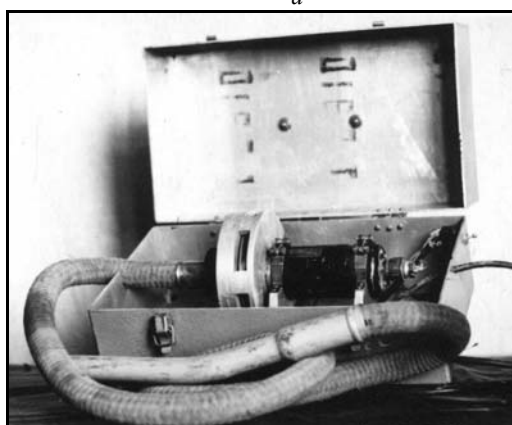
Рис. 2. Полевой комплекс аппаратуры для исследования закономерностей распространения аэрозольного облака во время экспедиции (1966 г.): *a* – передвижная физическая лаборатория; *б* – автоматическая полевая метеостанция; *в* – размещение оборудования внутри физической лаборатории; *г* – 10-канальный фотоэлектрический счетчик аэрозольных частиц; *д* – батарея каскадных импакторов



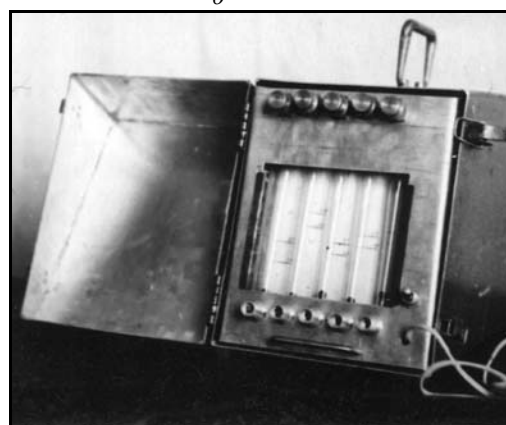
а



б



в



г

Рис. 3. Переносной полевой комплекс (экспедиция 1966 г.): а – полевой комплекс для отбора проб и измерения счетной концентрации аэрозольных частиц во время проведения эксперимента; б – 3-кВт полевая электростанция для измерительного комплекса; в – воздуходувка для высокообъемного отбора аэрозолей на фильтры АФА-ХА; г – многоканальная вакуумная помпа для отбора проб с помощью батарей каскадных импакторов

Результаты работ по созданию и развитию аэрозольной техники, а также итоги их практического использования четко делятся на два периода.

Первый период (1961–1976 гг.) связан с созданием мощного аэрозольного генератора термомеханического типа (МАГ). Его основные характеристики и область применения приведены ниже.

### Технические характеристики

Мощность аэрозолеобразования . . . . .	50 – 400 л/мин
Спектр размеров – двухмодальный	
конденсационный . . . . .	$d < 1 \mu$
механический . . . . .	$d > 50 \mu$
Виды вредителей:	
переносчики заболеваний . . . . .	комары
лесные вредители – хвое- и листо-грызущие . . . . .	сосновая пяденица, непарный шелкопряд, майский хрущ и др.
сельскохозяйственные вредители . . . . .	серая зерновая совка, саранча
Производственная организация . . . . .	1
Число изготовленных генераторов . . . . .	4
Районы испытаний . . . . .	Новосибирская, Курганская, Тюменская, Свердловская, Читинская области, Алтайский край, Северный Казахстан
Суммарная площадь защиты . . . . .	2 550 000 га

Этот генератор имеет характерные особенности. Спектр размеров образующихся частиц – двухмодальный. Одна мода связана с каплями, появляющимися при конденсации пара. В этом случае мы имеем дело с частицами субмикронного размера. Вторая мода создается при механическом дроблении раствора струй горячих газов и последующем их испарении. Как правило, капли в этой части спектра крупнее 50 мкм.

В 1963 г. были проведены первые обработки против вредителей леса, показавшие высокую эффективность, и уже

в 1967 г. Министерством лесного хозяйства РСФСР создается производственный отряд с двумя генераторами МАГ. С самого начала своей деятельности этот отряд проводит защитные мероприятия не только против лесных вредителей, но и против комаров.

Созданная техника совместно с двумя генераторами МАГ Института химической кинетики и горения СО РАН позволила ликвидировать вспышки массового размножения лесных вредителей в Тюменской и Свердловской областях, в

Алтайском крае и Марийской АССР на площади около 1,4 млн. га.

В 1966 г. в Северном Казахстане были проведены крупномасштабные испытания МАГ в борьбе с опасными сельскохозяйственными вредителями зерновых – серой зерновой совкой и саранчой. Оказалось, что созданная техника имеет высокую производительность, эффективность и разнообразную область применения.

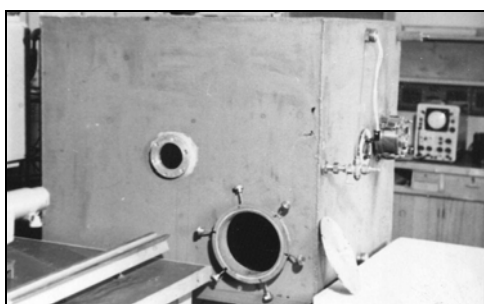
По сравнению с обычными методами применение аэрозолей, как правило, приводило к заметному снижению удельного расхода инсектицидов.

Одновременно с производственной обработкой проводились комплексные физико-химические, биологические и санитарно-гигиенические исследования, направленные на

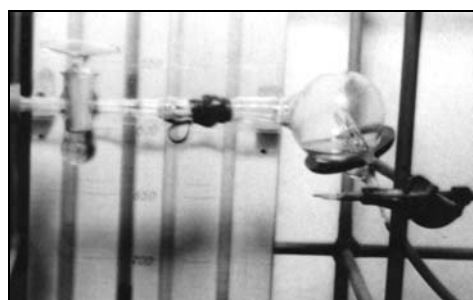
определение дисперсного и химического состава аэрозольного облака и закономерностей его изменения при распространении, уровней остаточных количеств в объектах окружающей среды, влияния на различные компоненты энтомофауны, опасности для здоровья населения.

В результате многолетних комплексных исследований были получены результаты, которые выявили ряд принципиальных факторов, находившихся в противоречии с общепринятыми представлениями об эффективности используемых технологий применения инсектицидов.

В чем причина столь принципиального изменения взгляда на эффективность применения инсектицидов в борьбе с вредными насекомыми?

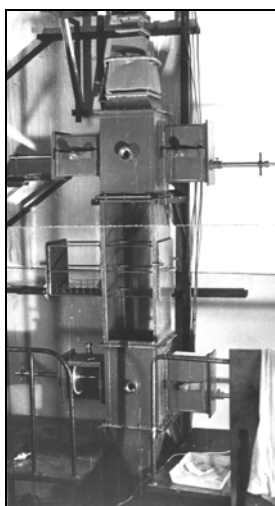


*a*



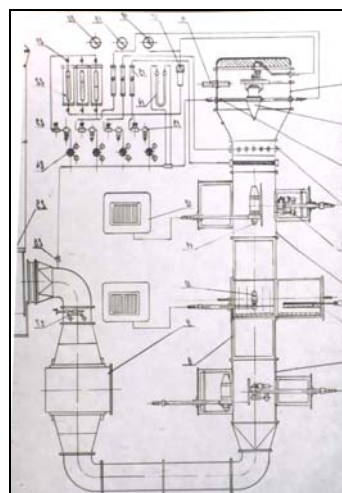
*б*

1966



*в*

1973



*z*

1979



*д*



*e*

Рис. 4. Лабораторно-стендовые установки для изучения осаждения аэрозолей на растения и насекомых: *a* – статическая однокубометровая аэрозольная камера; *б* – лабораторный генератор жидких аэрозолей; *в* – стенд с вертикальной аэродинамической трубой и генератором монодисперсных аэрозолей; *z* – схема этого стенда; *д* – полевая горизонтальная аэродинамическая труба с генератором монодисперсных аэрозолей; *e* – внутренний вид рабочей секции полевого стенда

До настоящего времени считается, что насекомые погибают либо в результате контакта с ядохимикатами, осевшими на поверхности растений, по которой они ползают, либо при поедании этих растений. Считалось, что количество препарата, которое попадает на насекомое во время обработок, незначительно. Наши исследования находились в резком противоречии с этим положением:

1. Высокая эффективность наблюдалась при крайне низких уровнях остатков в растительности.

2. Прямые эксперименты с контактом насекомых с растительностью, взятой с обработанных МАГ участков, показали, что гибель насекомых при этом не превышает 10–20%, а в полевых экспериментах эффективность уничтожения вредителей достигала 90% и выше.

В связи с этим в начале 70-х гг. были начаты специальные эксперименты по изучению закономерностей оседания аэрозольных частиц на насекомых и растения в зависимости от размера частиц и скорости воздушного потока. Для этого были созданы установки (стационарные и полевые), в которых использовались монодисперсные аэрозоли.

На рис. 4, в, г приведен пример стационарной установки с вертикальным проточным каналом, в верхней части которого расположен генератор монодисперсных аэрозолей. На рис. 4, д показан горизонтальный стенд, используемый в полевых экспериментах, а на рис. 4, е – рабочая камера, в которой размещались исследуемые объекты и приборы контроля за характеристиками аэрозольного потока (скорость, размер и концентрация частиц).

В ходе проведенных экспериментов было выявлено следующее:

– гибель насекомых будет одинаковой независимо от того, каким образом они получают летальную дозу (из потока, при контакте с загрязненной поверхностью или топочкально) [6];

– при контакте с загрязненной поверхностью скорость накопления препарата не зависит от размера частиц, а определяется плотностью осадка и свойством поверхности [7];

– при осаждении капель на насекомое количество препарата, попадающее на него, существенным образом зависит от размера частиц и скорости потока [8].

Иллюстрацией последнего вывода могут служить эксперименты, представленные на рис. 5. На рис. 5, а мы видим осадок, создаваемый частицами диаметром 25 мкм. Видно, что они равномерно оседают как на насекомых, так и на растения. На рис. 5, б показан осадок частиц диаметром 11 мкм. Теперь частицы в достаточном количестве оседают на гусеницах и практически отсутствуют на поверхности листа, на котором находится насекомое.

#### Технические характеристики

Мощность аэрозолеобразования . . . . . 1,0 – 30 л/мин  
Спектр размеров – изменяемый . . . . . от 0,5 до 30 м

Виды вредителей:

переносчики заболеваний . . . . . комары  
лесные вредители – хвое- и листо-грызущие . . . более 10 видов  
сельскохозяйственные вредители  
(зерновых, зернобобовых, овощных технических, садовых культур) . . . . . всего более 30 видов  
вредители в зернохранилищах . . . . . –  
микроорганизмы, возбуждающие болезни, в  
животноводческих помещениях . . . . . –

Производственные организации . . . . . 7 (Новосибирск–3, Башкирия–1, Северный Казахстан–1, Южный Таджикистан–1, Якутия–1)

Число изготовленных генераторов . . . . . 26

Районы испытаний . . . . . Новосибирская, Оренбургская области, Башкирия, Алтайский край, Северный Казахстан, Южный Таджикистан, Якутия

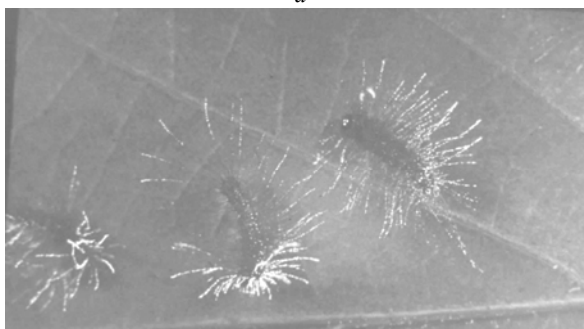
Суммарная площадь защиты . . . . . 1 500 000 га

Экспериментально было определено сечение захвата каплей различного размера насекомыми и растительными элементами и с помощью теоретической модели распространения аэрозольного облака показано, что существует такой размер, при котором при прочих равных условиях на насекомое оседает максимальное количество ядохимиката [9].

Этот размер мы называем оптимальным, а технологию, которая обеспечивает получение таких частиц, – оптимальной аэрозольной технологией.



а



б

Рис. 5. Влияние размера капель на осаждение на насекомых и растения: а – осадок монодисперсных капель диаметром 25 мкм; б – то же для капель диаметром 11 мкм

Результаты этих фундаментальных исследований послужили основой для разработки и изготовления аэрозольного генератора регулируемой дисперсности, который был создан в 1978 г.

С этого момента начинается второй этап (1977–1999 гг.) развития оптимальной аэрозольной технологии, который связан с созданием генератора регулируемой дисперсности (ГРД). Основные результаты, полученные к настоящему времени при ее практической реализации, приведены ниже.



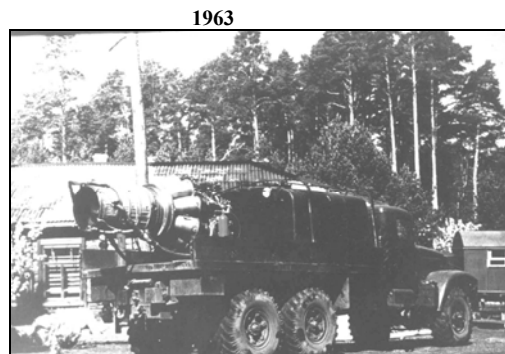
Как видим, создание новой техники и технологии позволило существенно расширить диапазон применения аэрозольной технологии в защите растений и борьбе с переносчиками заболеваний.

Несмотря на снижение мощности аэрозолеобразования ГРД по сравнению с МАГ почти на порядок, его производи-

тельность не уступает предшественнику. Существенно расширился ассортимент используемых препаратов. Более разнообразны и географические регионы, где успешно используются ГРД. Многочисленнее стали и производственные организации, которые используют новую технику.



*a*  
1978



*б*  
1980



*в*  
1983



*г*  
1986



*д*



*е*

Рис. 6. Аэрозольные генераторы: *a* – МАГ-1; *б* – МАГ-3; *в*, *г* и *е* – ГРД различных модификаций; *д* – аэрозольный генератор механического типа, разработанный в СКБ сельхозмашиностроения (г. Львов)

На рис. 6 показано несколько вариантов аэрозольных генераторов, разработанных и изготовленных с участием ИХКиГ СО РАН.

В настоящее время аэрозольные исследования в Сибири охватывают все важнейшие проблемы, которые волнуют мировое аэрозольное сообщество. Сибирь – уникальный район, и тесное сотрудничество мирового научного сообщества с сибирскими учеными, безусловно, будет взаимопользным.

1. Академия наук СССР. Сибирское отделение. Хроника. 1957–1982 гг. Новосибирск: Наука, 1982. 337 с.
2. Сибирское отделение Академии наук СССР. 1957 – 1982 гг. М.: Внешторгиздат, 1982.
3. *A study of global change and sustainable development. START starts in Siberia.* Новосибирск: Сибвнешторгреклама, 1992. 51 с.

4. *Proceedings of the 1998 International aerosol conference // J. Aeros. Sci.* 1998. V. 29. Suppl.1. Parts 1,2. 1336 p.
5. Академия наук СССР. Сибирское отделение. Институт оптики атмосферы, 1988, Внешторгиздат. (Рекламный проспект). 30 с.
6. Куценогий К.П., Чанкина О.В., Киров Е.И., Макаров В.И., Сахаров В.М. Эффективность накопления гамма-изомера ГХЦГ на гусеницах непарного шелкопряда III – IV возраста при аэрозольном применении инсектицидов // Изв. Сибирского отделения АН СССР. Сер. Биол. наук. 1982. С. 62–68.
7. Ковальский А.А., Куценогий К.П., Чанкина О.В., Загуляев Г.Н., Киров Е.И., Макаров В.И., Сахаров В.М. Кинетика накопления ядохимикатов на насекомых при аэрозольном применении инсектицидов // Изв. Сибирского отделения Академии наук СССР. Сер. Хим. наук. 1979. Вып. 5. С. 176–182.
8. Ковальский А.А., Куценогий К.П., Чанкина О.В., Загуляев Г.Н., Макаров В.И., Сахаров В.М., Киров Е.И. Влияние размера частиц на эффективность применения

инсектицидных аэрозолей // Изв. Сибирского отделения Академии наук СССР. Сер. Хим. наук. 1978. Вып. 3. С. 131–138.

9. Куценогий К.П. Экспериментальные и теоретические исследования распространения и осаждения аэрозолей в турбулентном потоке: Докт. дис. Новосибирск, 1983. 480 с.

*K.P. Koutsenogii. The history of investigations into aerosols in Siberia.*

A brief review is given of the main stages of the development of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences from the moment of its foundation in the late 50-s and up to now. The state of aerosol studies in Siberia is discussed and compared with the present-day world level in this area. It is shown that such a rapid development of a new area is related to the peculiarities of scientific studies in SB RAS. The efficiency of the principles of the creation of a powerful scientific center in Siberia is illustrated using aerosol studies of the Institute of Chemical Kinetics and Combustion as an example.