

НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ ПО ТЕПЛОМАССОБМЕНУ РАН

Кандидат технических наук Н.В. МЕДВЕЦКАЯ
(Национальный комитет РАН по тепломассообмену,
Объединенный институт высоких температур РАН)

Проблемы теплообмена играют важную, а во многих случаях определяющую роль в различных областях техники и науки. В авиационной и ракетно-космической технике оптимизация процессов тепло- и массообмена приводит к снижению материалоёмкости, экономии топлива и увеличению срока службы конструкций. Исследование тепломассообмена имеет принципиальное значение при разработке современных энергетических установок и контроле рабочих процессов в металлургических и других производствах. В биологии и медицине процессы теплообмена важны для поддержания жизнедеятельности организмов, а в ряде случаев локальные тепловые воздействия являются необходимым средством лечения опасных заболеваний. Тепловые процессы в атмосфере определяют погоду и климат на планете, а исследование процесса переноса различных примесей позволяет делать практические важные экологические прогнозы. В энергетических установках, предназначенных для индивидуального обеспечения теплом и электрической энергией малоэтажного строительства, различных сферах жилищно-коммунального хозяйства, например, при проектировании оптимальных систем отопления зданий и сооружений, интенсификация тепломассообмена позволяет получить значительную экономию энергии.



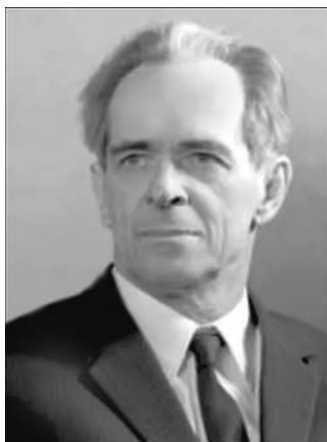
После окончания Второй мировой войны в СССР и странах Западной Европы ставились задачи скорейшего восстановления разрушенной экономики. В 1950-е гг. началась научно-техническая революция, одним из основных направлений которой являлось развитие высокотехнологичного производства и науки. Остро стоял вопрос вос-

становления практически всех отраслей экономики, в том числе энергетики, авиационной промышленности, машиностроения, сельского хозяйства и других областей. Требовалось создать новые энергетические объекты для снабжения восстанавливаемой промышленности и населения теплом и электричеством. Назрела необходимость модернизации и обновления существующего энергетического оборудования из-за механического и морального износа действующих электростанций, освоения высоких температур в энергетических установках различного назначения, разработки и использования новых конструктивных материалов, совершенствования тепловой защиты разрабатываемых летательных аппаратов. Эти и другие актуальные научно-технические проблемы определили необходимость проведения международных встреч, конференций по теплообмену.

В 1951 г. в Лондоне и в Атлантик-Сити (США) были организованы конференции, которые можно назвать Первыми международными конференциями по теплообмену. Десятью годами позже следующие



**Академик
А.В. Лыков
(1910–1974 гг.).**



**Академик
М.А. Стырикович
(1902–1994 гг.).**



**Академик
С.С. Кутателадзе
(1914–1992 гг.).**

Международные конференции по теплообмену были проведены в Боулдере (США) в 1961 г. и в Лондоне в 1962 г.

В СССР в 1960 г. в Минске на базе Института тепло- и массообмена было организовано первое Всесоюзное совещание по теплообмену, а в 1964 и 1968 гг. – Всесоюзные конференции по теплообмену.

Характерной чертой этого периода истории стало развитие интеграции. Образовалось множество международных научных сообществ, например, Международный союз теоретической и прикладной механики, Международная Федерация по Теории Механизмов и Машин и др., многие международные спортивные федерации.

16 сентября 1968 г. в рамках Международного семинара по тепло- и массообмену в турбулентных пограничных слоях, который проводился в городе Герцег Нови (Югославия), состоялось первое совещание Международного центра по тепло- и массообмену (International Centre of Heat and Mass Transfer). Организация центра явилась результатом деятельности группы ведущих учёных из разных стран. Давно чувствовалась необходимость создания международной организации в быстро развивающейся области тепло- и массообмена. Некоторые из наиболее известных имён, которые были вовлечены в создание и орга-

низацию работы центра, были: Е.А. Брюн (Prof. E.A. Brun, University of Paris), Эрнст Эккерт (Ernst Rudolph Georg Eckert, США), Ульрих Григуль (Ulrich Grigull, Германия), Джеймс Хартнетт (James P. Hartnett, США), Томас Ирвайн, С.С. Кутателадзе, А.В. Лыков, Уоррен Розенау (Professor Warren Max Rohsenow, США), Д.Б. Сполдинг (Dudley Brian Spalding, Professor, Imperial College, Великобритания) и М.А. Стырикович. Среди инициаторов создания центра был и известный советский учёный Алексей Васильевич Лыков.

Международный центр по тепло- и массообмену предусматривал членство национальных комитетов, комиссий, советов по тепломассообмену из разных стран.

18 марта 1971 г. Президиум АН СССР принял Постановление № 208 об организации при Отделении физико-технических проблем энергетики АН СССР Национального комитета по тепло- и массообмену (НКТМ АН СССР) "для улучшения международных связей в области тепло- и массообмена и обеспечения систематического участия в ряде международных организаций". Первым председателем НКТМ АН СССР был утверждён академик Михаил Адольфович Стырикович, который оставался на этом посту вплоть до 1994 г.



**Академик
А.М. Кутепов
(1929–2006 гг.).**



**Чл.-корр. РАН
Б.С. Петухов
(1912–1979 гг.).**

С 1972 г. НКТМ РАН становится коллективным членом Международного центра по тепломассообмену (МЦТМ), а академик М.А. Стырикович с 1972 по 1976 год – его президентом. С 2002 г. по 2006 г. вице-президентом МЦТМ был академик А.И. Леонтьев. Членами Исполкома МЦТМ в разные годы были: Е.И. Невструева, Г.Т. Циклаури. В настоящее время в состав Исполкома МЦТМ входят академик А.И. Леонтьев (председатель НКТМ РАН) и д.т.н. Л.А. Домбровский (член НКТМ РАН).

Членами НКТМ АН СССР были такие известные российские учёные, как академики В.С. Авдеевский, С.С. Кутателадзе, В.А. Кириллин, А.М. Кутепов, академик АН БССР А.В. Лыков, член-корр. Б.С. Петухов и многие другие. Многие учёные из первого состава НКТМ АН СССР оставили заметный след в науке о теплообмене. Память большинства из них увековечена в виде мемориальных досок на стенах домов, где они работали и жили. Имена Алексея Васильевича Лыкова и Самсона Семёновича Кутателадзе появились в названиях известных как в России, так и за рубежом институтов: Институт тепломассообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси в Минске, Институт теплофизики имени С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН в Новосибирске.

В течение 22 лет с 1971 по 1992 г. НКТМ АН СССР осуществлял информационное и организационное сопровождение участия делегаций советских учёных и специалистов в международных научных мероприятиях, посвящённых различным проблемам тепломассообмена: поездки членов делегаций, сформированных Национальным комитетом, финансировались Академией наук СССР.

После преобразования Академии наук СССР в Российскую академию наук, в соответствии с постановлением № 148 Президиума

РАН от 28 апреля 1992 г., НКТМ РАН был признан правопреемником НКТМ АН СССР. С этого момента несколько сместились акценты в его работе. Основные усилия оказались направленными на организацию и проведение в России мероприятий (в том числе международных) по проблемам тепло- и массообмена,

Основными задачами, решаемыми Национальным комитетом в настоящее время, являются:

- анализ и экспертиза результатов исследований в области тепло- и массообмена (с целью выявления данных наиболее интересных как для практики, так и для фундаментальной науки);
- обеспечение взаимодействия научных работников и инженеров-практиков при разработке и проектировании теплообменных систем нового энергетического оборудования;
- привлечение молодёжи (студентов и аспирантов) к обсуждению наиболее интересных и актуальных проблем тепло- и массообмена;
- организация и проведение научных мероприятий (семинаров, школ, конференций) на территории России;
- обеспечение работы российских редакций международных журналов;
- информационное обеспечение мероприятий Международного центра по тепломассообмену;

• информационное и организационное сопровождение участия российских учёных в Международных конференциях по теплообмену (как это было, например, в 2014 г., на конференции в Киото (International Heat Transfer Conference, Kyoto, Japan)).

С 1997 г. и по настоящее время членом редакционной коллегии международного журнала "International Journal of Heat and Mass Transfer" является академик А.И. Леонтьев, последние несколько лет российским ассоциированным редактором (Associated Editor) – д.т.н. Л.А. Домбровский. В результате сложилось так, что российская редколлегия журнала работает практически в рамках Национального комитета РАН по тепло- и массообмену, и это стало одним из важных направлений его деятельности.

Все операции со статьями (представление материалов, рецензирование, принятие решений об одобрении или отказе от публикации) осуществляются в режиме on-line с помощью специально разработанного программного обеспечения – системы EVISE. За двадцать лет работы в журнале "International Journal of Heat and Mass Transfer" вышло в свет более 500 статей российских авторов. Следует отметить, что журнал имеет высокий импакт-фактор, например, в 2016 г. Impact Factor: 2.857, а 5-Year Impact Factor: 2.980¹. Представить статью в этот журнал очень просто: следует выйти на сайт <https://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-heat-and-mass-transfer/> и, следуя правилам для авторов, оформить и загрузить статью; затем выбранный Вами в процессе загрузки редактор должен получить две положительные рецензии, одна из которых от англоязычного рецензента; и через два-три месяца можно увидеть свою статью сначала в электронной версии журнала, а затем и в бумажной. Российским авторам получить положительную рецензию от англоязычного рецензента зачастую очень трудно: много замечаний к качеству языка. Издательство Elsevier, выпуска-

ющее журнал, предлагает услуги перевода или редактирования английских текстов для авторов, английский язык для которых не является родным.

С целью информационного обеспечения членов НКТМ РАН и широкого круга специалистов, занимающихся как исследованиями процессов тепло- и массообмена, так и разработкой теплообменного оборудования различного назначения, разработан Интернет сайт НКТМ РАН: www.nchmt.ru, который периодически обновляется, появляется новая информация о семинарах и конференциях, проводимых Международным центром и Национальным комитетом.

В 1994 г. по инициативе академика РАН А.В. Клименко Национальный комитет принял решение об организации **Российских национальных конференций по теплообмену (РНКТ)**. Потребность в проведении подобного форума возникла сразу же после распада СССР. Основной целью явилось создание для научного сообщества страны собственного форума, где исследователи и инженеры, работающие над проблемами теплообмена, могли бы представить наиболее интересные результаты, принять участие в дискуссиях по актуальным вопросам развития науки о теплообмене, обсудить с коллегами направления дальнейших исследований.

Проведено шесть Российских национальных конференции по теплообмену: в 1994, 1998, 2002, 2006, 2010 и 2014 гг. Например, работа РНКТ-6 была организована в виде пленарных заседаний, на которых представлялись общепроблемные доклады, круглых столов, а также 11 секций, тематика которых неизменна и соответствует "классическим" разделам теории теплопереноса: вынужденная конвекция однофазной жидкости; свободная конвекция; теплообмен при химических превращениях; кипение, кризисы кипения, закризисный теплообмен; испарение, конденсация; двухфазные течения; дисперсные потоки и пористые среды; интенсификация теплообмена; радиационный и сложный теплообмен; теплопроводность и теплоизоляция.

¹ Импакт-фактор (ИФ, или IF) – численный показатель важности научного журнала. 5-Year Impact Factor – ИФ, рассчитанный за последние 5 лет.

Статистика РНКТ 1–6

	РНКТ-1 1994 г.	РНКТ-2 1998 г.	РНКТ-3 2002 г.	РНКТ-4 2006 г.	РНКТ-5 2010 г.	РНКТ-6 2014 г.
Число заявленных докладов	436	442	465	510	483	446
Число участников					441, из них 121 моложе 35 лет	395
Число докладов в трудах конференции	438	562	580	503	449	тезисов/ докладов 414/395

В рамках РНКТ-6 было проведено пять круглых столов, где рассматривались актуальные научно-технические проблемы и прикладные задачи теплообмена: “Численное моделирование процессов тепло- и массообмена – компьютерные коды, возможности, перспективы”; “Методы и техника современных экспериментальных исследований гидродинамики и теплообмена”; “Проблемы теплообмена в перспективной ядерной энергетике”; “Новые технологии в энергетике и энергосбережении”; “Тепловые процессы в плазме”. Данные табл. 1 демонстрируют тот несомненный интерес, который вызывают у широкой аудитории специалистов обсуждавшиеся на РНКТ проблемы теплообмена.

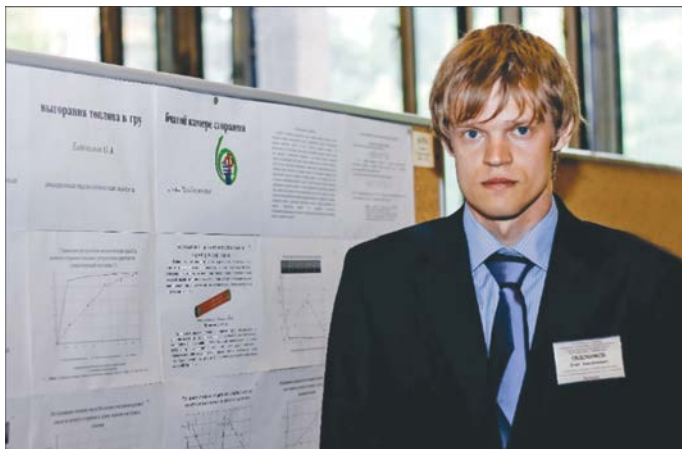
Трудно переоценить то значение, которое имеют процессы переноса теплоты при производстве электрической и тепловой энергии на тепловых и атомных станциях. Вне зависимости от особенностей технологического процесса каждый этап, так или иначе, сопровождается теплопередачей, при этом актуальными оказываются все возможные способы теплопереноса: теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение. При этом, как правило, эти способы “работают” одновременно, осложняются процессами массообмена, часто оказываются нестационарными. От того, насколько правильно решены вопросы теплообмена, напрямую зависит эффективность производства электрической и тепловой энергии.

Следует заметить, что на РНКТ обсуждаются вопросы теплообмена применительно не только к энергетике, но и к ракетно-космической и авиационной технике, металлургии, биологии и медицине, а также другим областям.

В работе Российских конференций по теплообмену приняли деятельное участие, выступив с докладами, ведущие российские ученые: академики А.С. Коротеев, Р.И. Нигматулин, А.Р. Саркисов, В.П. Скрипов, Н.А. Анфимов и многие другие.

Особое место в деятельности Национального комитета занимает организация **Школ-семинаров для молодых учёных и специалистов под руководством академика РАН А.И. Леонтьева “Проблемы газодинамики и теплообмена в энергетических установках”**. Идея организации Всесоюзной школы-семинара возникла ещё в советское время на кафедре газовых турбин Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана. Открытие первой Школы состоялось в 1977 г. в г. Иваново. Затем с периодичностью один раз в два года были проведены школы в Минске – вторая, Нарве (Эстония) – третья и пятая, Звенигороде – четвёртая, Волгограде – шестая, Каневе (Украина) – седьмая, Химках – с восьмой по двенадцатую. Количество иностранных участников резко увеличилось, когда Школа была включена в план мероприятий Международного центра по теплообмену.

**Участник
18 Школы-семинара
О.А. Евдокимов
(Рыбинский
государственный
авиационный технический
университет имени
П.А. Соловьёва)
представляет
стендовый доклад
(в 2013 г. защитил
диссертацию на соискание
учёной степени
кандидата
технических наук).**



**Стенды. 15-я Школа-семинар,
23–27 мая 2005 г., г. Калуга.**

Наиболее представительной по числу иностранных участников была XI Школа 1997 года, когда в её работе приняло участие не только ведущие учёные мирового сообщества теплофизиков, но и студенты и аспиранты различных университетов мира². Школы-семинары проводились в разных городах России, количество участников составляло примерно 200 человек, иногда более 250 участников (табл. 2). Наиболее представительной из школ, проводившихся за последние 20 лет, оказалась 17-я школа-семинар, состоявшаяся 21–25 мая 2007 г. в Санкт-Петербурге: представлено 295 докладов, общее количество зарегистрированных участников – 268 из 91 организации, из них 243 – это студенты и аспиранты, количество статей в сборниках трудов и расширенных тезисов – 267.

² А.И. Леонтьев. Тридцать лет спустя...М.: Издательский дом МЭИ. 2007 г.

Обсуждаемые на Школах-семинарах проблемы включают приоритетные направления фундаментальных исследований газодинамики и тепломассообмена в газотурбинных и ракетных двигателях, в ядерных реакторах, в солнечных энергетических установках, элементах водородной энергетики и в современных нанотехнологиях. Особое внимание уделяется физическим и математическим моделям явлений и процессов, комплексному применению численного моделирования и экспериментальных исследований, решению важных экологических задач.

Тематика школ охватывает широкий спектр исследований, результаты которых могут быть применены в различных областях науки и техники. Например, в энергетических установках большой и малой энергетики; авиационной и ракетно-космической технике; жилищно-коммунальном хозяйстве, в частности, при проектировании оптимальных систем отопления зданий и сооружений.



18-я Школа-семинар, 2011 г., г. Звенигород.

Статистика Школ-семинаров молодых учёных и специалистов
 "Проблемы газодинамики и теплообмена"

	1997 г.	1999 г.	2001 г.	2003 г.
	11-я Школа-семинар, 21–24 мая 1997 г., г. Москва	12-я Школа-семинар, 25–28 мая 1999 г., г. Москва	13-я Школа-семинар, 20–25 мая 2001 г., г. Санкт-Петербург	14-я Школа-семинар, 26–30 мая 2003 г., г. Рыбинск
Число докладов	117	119	233	237
Общее количество зарегистрированных участников	198	211	212	223
Число организаций	74	65	89	83
Количество студентов и аспирантов	127	161	207	212
Количество статей в Сборниках трудов и Сборнике расширенных тезисов	102	87	216	227



19-я Школа-семинар, 2013 г., Орехово-Зуево.

Таблица 2

под руководством академика РАН А.И. Леонтьева
в энергетических установках”

2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.	2015 г.
15-я Школа-семинар, 23–27 мая 2005 г., г. Калуга	16-я Школа-семинар, 21–25 мая 2007 г., г. Санкт-Петербург	17-я Школа-семинар, 25–29 мая 2009 г., г. Жуковский	18-я Школа-семинар, 23–27 мая 2011 г., г. Звенигород МО	19-я Школа-семинар, 20–24 мая 2013 г., г. Орехово-Зуево МО	20-я Школа-семинар, 24–29 мая 2015 г., г. Звенигород МО
241	295	261	206	226	197
219	268	232	196	206	238
76	91	83	74	64	
173	243	208	183	196	164
233	267	198	194	203	148



**20 Школа-семинар, 2015 г.,
пансионат Ершово, Звенигород.**

Участие студентов, аспирантов из Российских высших учебных заведений и институтов Российской академии наук, молодых инженеров и специалистов, работающих на предприятиях различных министерств, ведомств и отраслей, в обсуждении фундаментальных и прикладных проблем газодинамики и теплообмена позволяет обеспечить обмен опытом и знаниями между специалистами академической, вузовской и отраслевой науки.

Обсуждение результатов и дискуссии дают возможность проанализировать и оценить уровень научно-исследовательских работ, сопоставить его с мировым уровнем, разработать предложения по перспективным направлениям теоретических и экспериментальных исследований, по совершенствованию учебных планов, по содержанию курсов лекций, программ повышения квалификации и подготовки молодых специалистов и преподавателей. Весьма важно, что обсуждение методических вопросов во многом определяет содержание будущих дипломных и учебно-исследовательских работ, а также темы кандидатских и докторских диссертаций.

Работа Школ-семинаров строится по следующей схеме. Для чтения лекций приглашаются ведущие российские и зарубежные учёные. Тематика их, как правило, обзорных докладов, согласовывается с Научным комитетом Школ-семинаров.

Полученные от молодых участников доклады делятся по секциям и представляются в виде стендовых докладов. С каждым участником председатели секций проводят обстоятельную беседу. По каждой из секций выбирают лучшие доклады, авторы которых получают дипломы и подарки, как правило, в виде монографий по теплообменной тематике.

Участником многих Школ-семинаров был профессор, член королевского общества Великобритании, иностранный член РАН **Д.Б. Сполдинг**, всемирно известный учёный, один из первых в мире основателей вычислительной гидродинамики и теплофизики.

На 16-й Школе-семинаре, которая проходила в Санкт-Петербурге на базе Санкт-Петербургского политехнического университета в 2007 г., в лекции профессора Д.Б. Сполдинга была рассмотрена история развития вычислительной гидродинамики и определены перспективы её развития в будущем. Профессор Сполдинг высказал мнение

**Слева направо:
профессор МГТУ
им. Н.Э. Баумана
Р.З. Кавтарадзе,
академик А.И. Леонтьев,
профессор Д.Б. Сполдинг.**

о том, что **коммерциализация и продажа программных продуктов**, таких как FLUENT, STAR-CD, FLOW3D и других, **привела к заинтересованности продающих компаний в росте прибыли акционеров, а не в важных для науки и практики результатах.** Наряду с недостатками и издержками, безуслов-



но, имеются преимущества, обусловленные продажей CFD-кодов, и среди них, прежде всего, огромный рост потребителей и разработка дружественных для пользователей интерфейсов в коммерческих кодах. Профессор Сполдинг высказал свои соображения, касающиеся дальнейшего развития вычислительной гидродинамики. В частности, он предложил, используя огромные возможности Интернета для коммуникации, создать добровольный Клуб по развитию CFD с целью систематического изучения вопросов, имеющих научный интерес, но которым коммерческие компании уделяют мало внимания. На первый взгляд эта идея может показаться утопической, но вполне вероятно у неё найдутся последователи среди участников Школы.

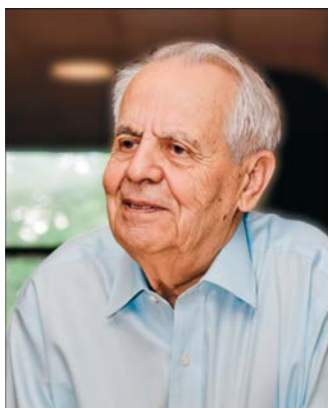
В качестве примера одной из лекций на ту же тему приведём краткий конспект выступления д.ф.-м.н. профессора **С.А. Исаева** (Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации) **“Численное моделирование вихревой интенсификации теплообмена”**, которая была представлена на 20-й Школе-семинаре 2015 г. Автором показано, что к моменту появления первых персональных компьюте-

ров с 386 процессором, эквивалентных по эффективности габаритным ЕС1045, в России уже сложились научные школы по численному моделированию с опытом работы в течение нескольких десятилетий. Уровень отечественных разработок соответствовал зарубежному состоянию развития вычислительной гидродинамики (CFD).

Развитие вихревых промышленных технологий обусловило создание и совершенствование новых подходов в численном эксперименте. Так, в конце 90-х гг. были предложены и начали использоваться многооблочные вычислительные технологии (MBT) на основе разномасштабных пересекающихся сеток простой топологии. В дальнейшем MBT были применены для анализа теплообмена в пакетах труб, а также распространены на до- и сверхзвуковые отрывные течения, включая струйные. Следует отметить программную реализацию MBT в пакете VP2/3 (скорость-давление, 2D/3D).

Расчёты вихревого теплообмена во многом опираются на моделирование турбулентности. В конце XX столетия произошёл переход от двухпараметрических диссипативных моделей к моделям нового поколения – переноса сдвиговых напряжений (SST) и вихревой вязкости, причём

большую роль в этом стремительном процессе сыграл один из отечественных классиков профессор М.Х. Стрелец (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого). В последние годы повышенное внимание уделяется модификации SST-модели, учитывающей влияние кривизны линий. Следует подчеркнуть, что постоянно проводится тестирование моделей и пакетов на классических примерах, а также задачах, имеющих физические аналоги.



Академик А.И. Леонтьев.

В течение двух десятилетий достигнута значительные успехи в различных областях вихревой интенсификации теплообмена. Особенно заметными и признанными в мире представляются достижения в конструировании

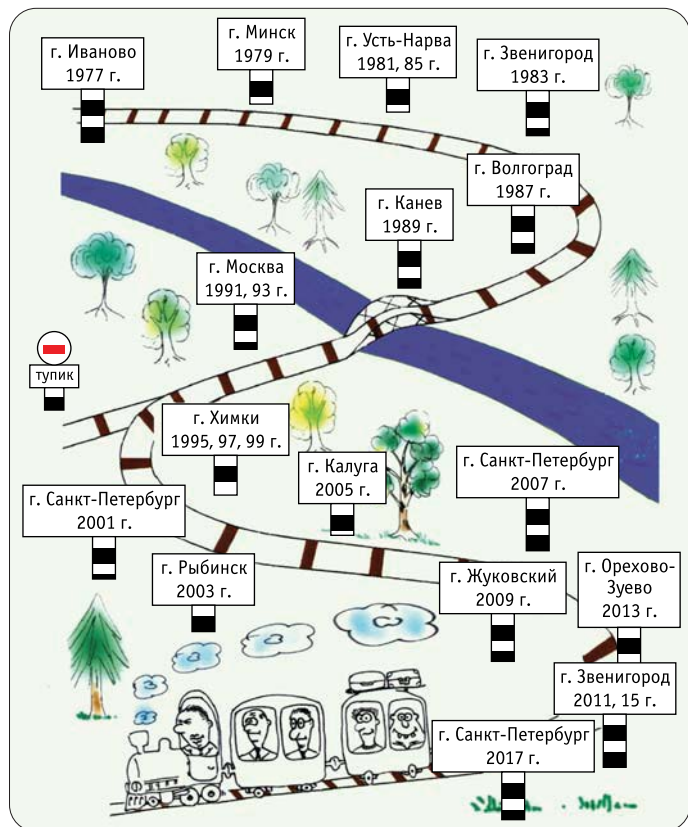
рациональных форм лунок, в частности, протяжённых овальных на основе тщательных исследований физического механизма интенсификации вторичного течения. В 2017 г. выйдет в свет монография "Вихревые технологии для энергетики", написанная коллективом известных в России и за рубежом авторов.

* * *

В 2017 г. с 22 по 26 мая в Санкт-Петербурге на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого прошла 21-я Школа-семинар, которая по времени совпадала со знаменательной датой её организатора – 90-летием со дня рождения

замечательного учёного, лауреата премии "Глобальная Энергия" академика Александра Ивановича Леонтьева. Его творческая энергия явилась залогом того, что на протяжении 40 лет, несмотря на все трудные этапы, которые прошла наша страна за эти годы, со всех концов страны на школу молодых учёных, его школу, приезжали не только студенты, аспиранты и молодые сотрудники вузов и научных организаций, но и маститые учёные мужи, чтобы окунуться в незабываемую атмосферу творчества, молодого задора и юмора, неизменно царящего на всех мероприятиях с его участием.

**Школы-семинары
А.И. Леонтьева.**



"Энергия: экономика, техника, экология" 8'2017