

Моя география работ по надежности

М.А. Ястребенецкий

В 2009 году была опубликована прекрасная статья И.А. Ушакова «Откуда есть пошла надежность на Руси»¹. Через 16 лет после выхода этой статьи, возникло желание еще раз вспомнить о тех людях, о которых писал Игорь Алексеевич, подтвердить их роль в современном развитии работ по надежности (к сожалению, многие из них покинули нас). В детстве я очень любил книгу Бориса Житкова «Что я видел». К этим заметкам вполне мог бы подойти подзаголовок «кого я видел».

Слово «надежность» применительно к техническим изделиям существует с тех времен, когда эти изделия начали производить. Наверно, еще в древнем Риме мастера старались сделать свои колесницы как можно более надежными. В приказе Петра I от 11 января 1723 г. говорится о надежности ружей: «Пусть дьяки и подъячие смотрят, как олдермены клеймо ставят. Буде сомнения возьмут за душу, самим проверять и смотреть, а два ружья каждый месяц стрелять, пока не испортятся, и смекать, что делать надобно. Буде заминка в войне приключится, особливо при баталиях по нерадению дьяков и подъячих, бить оных кнутами по оголенному месту. Хозяину – 25 кнотов и пени по червонцу за каждое ружье. Старшего олдермена бить до бесчувствия, старшего дьяка отдать в унтер-офицеры, дьяка отдать в писаря, подъячьего отлучить от воскресной чарки на год». Современным языком, это называется программа обеспечения надежности, включая выборочный контроль.

За последующие 200 с лишним лет принципы обеспечения надежности не изменились, понятие надежность имело только качественный характер. Вторая мировая война была еще войной моторов. В войне в Корее (1950–1953) впервые стали широко применять автоматику и электронную технику, однако ими могли пользоваться ограниченно – большую часть времени они не работали. Необходимость обеспечения надежности военной техники обусловили создание сначала в США математической теории надежности военного оборудования; недаром первая вышедшая в СССР в 1957 г. переводная книга по надежности посвящена надежности наземного электрооборудования. В 1952 г. опубликована классическая работа нобелевского лауреата Джона фон Неймана, посвященная синтезу надежных систем из ненадежных элементов. В СССР одним из главных инициаторов работ по надежности стал акад. Аксель Иванович Берг. Он имел удивительное чутье на новое – это относилось и к радиолокации, и к кибернетике, которая в философском словаре 40-х годов называлась буржуазной лженаукой.

¹ Ушаков И.А. Откуда есть пошла надежность на Руси // Методы менеджмента качества. 2009. № 1. С. 10–13.

О Берге мне рассказал мой товарищ Леонид Шароль. Он хотел стать журналистом, познакомился с А.И. Бергом, который доверил Лёне прочитать свои дневники и он на их основе написал о Берге книгу. Но напечатать ее не разрешили – адмирал Берг был ранее зам. министра обороны, начинен разными тайнами. Первая книга о Берге вышла значительно позже.

Первые в СССР работы по надежности начались применительно к военной технике, в частности, в Ленинграде – к военно-морской технике. Одним из основоположников работ по надежности корабельного оборудования был контр-адмирал проф. Игорь Алексеевич Рябинин, начальник кафедры Ленинградской Военно-морской академии. Не могу не отметить, что юнгой он был участником парада Победы в 1945 г. Много лет я встречался с ним в Ленинграде. Тем, кто занимался надежностью в СССР, несказанно повезло: вопросами надежности сразу же заинтересовались крупнейшие в мире советские математики – специалисты по теории вероятностей, включая заведующего кафедрой теории вероятностей МГУ акад. Бориса Владимировича Гнеденко. Была создана советская школа по теории надежности не только Москве и в Ленинграде, но и в Киеве, Харькове, Риге, Минске, Баку, Тбилиси, Иркутске, Владивостоке и ряде других городов (табл. 1).

В отличие от военной техники, работы по надежности приборов и средств автоматизации промышленного назначения до 1962 г. в СССР не проводились.

Как начались наши работы по надежности. Я заканчивал очную аспирантуру во Всесоюзном Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации (ЦНИИКА) в Москве, когда в 1960 г. директор ЦНИИКА предложил мне создать новое подразделение этого института в Харькове и там продолжить мою работу по анализу динамических характеристик автоматических регуляторов. Предложение было вызвано общей тенденцией создания периферийных подразделений ЦНИИКА как головного института по автоматизации технологических процессов в различных городах страны. С желанием быть самостоятельным, я согласился на это предложение. И в 1961 г. начала функционировать группа, перешедшая затем в лабораторию и отдел ЦНИИКА в Харькове.



Игорь Алексеевич
Рябинин
(1925-2018)

Табл. 1. Представители школ надежности в СССР

Россия		
Москва	Гнеденко Б.В., Соловьев А.Д., Беляев Ю.К., Чепурин Е.В., Димитров Б.	Московский государственный университет им. Ломоносова
	Ушаков И.А.	КБ Лавочкина, НИИ автоматической аппаратуры, ВЦ АН СССР, Московский физико-технический институт
	Каштанов В.А.	Московский институт электронного машиностроения
	Рыков В.В.	ЦНИИКА, Московский институт нефтехимической и газовой промышленности, Университет дружбы народов им. Лумумбы
	Дружинин Г.В.	Военно-воздушная инженерная академия им. Жуковского, МИИТ
	Сотсков Б.С., Волик Б.Г., Декабрун И.Е., Пархоменко П.П.	Институт проблем управления АН СССР
	Грабовецкий В.П.	Радиотехнический институт им. Минца
	Ринкус Э.К., Малевинский Г.В.	Всесоюзный теплотехнический институт
	Бруевич Н.Г.	Институт проблем машиностроения АН СССР
	Генис Я.Г., Хвилевичкий Л.О.	ЦНИИКА
Ленинград	Маликов И.М.	Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ)
	Половко А.М.	Военно-космическая академия им. Можайского, Ленинградская лесотехническая академия
	Рябинин И.А.	Военно-морская академия им. Кузнецова
	Губинский А.И.	Высшее военно-морское инженерное училище
	Шубинский И.Б.	Пушкинское высшее училище радиоэлектроники, Ленинградская лесотехническая академия
	Черкесов Г.Н.	Ленинградский политехнический институт
	Седакин Н.М.	Военно-космическая академия им. Можайского
	Падерно П.И.	ЛЭТИ
Иркутск	Руденко Ю.Н.	Сибирский энергетический институт АН СССР
Владивосток	Абрамов О.В.	Институт автоматики и процессов управления АН СССР
Обнинск	Острейковский В.А.	Обнинский институт атомной энергии
Свердловск	Смагин Д.В., Раменская Г.П., Гринфельд Р.Н.	Свердловэнерго
Украина		
Киев	Коваленко И.Н.	Институт кибернетики АН Украины
	Шишонок Н.А., Креденцер Б.П., Сенецкий С., Ластовченко М.	Киевское высшее инженерное радиотехническое училище
	Заренин Ю.Г., Шишонок Н.А.	Киевский Институт автоматики
	Королюк В.С., Турбин А.Ф.	Институт математики АН Украины
Харьков	Ястребенецкий М.А., Гольдрин В.М., Соляник Б.Л., Спектор Л.И., Розен Ю.В.	Харьковское отделение ЦНИИКА
	Ларин А.А.	Харьковское высшее военное командное училище
	Шукайло В.Ф.	Украинский заочный политехнический институт
Латвия		
Рига	Кордонский Х.Б., Герцбах И.Б., Андронов А.М., Парамонов Ю.М., Яцкив И.В.	Рижский институт инженеров гражданской авиации
	Скляревич К.Н., Левин В.И., Маргулис А.М.	Институт электроники и вычислительной техники АН Латвии
Азербайджан		
Баку	Фархад- Заде Э.	Институт энергетики
Сумгаит	Киясбейли Ш.А.	НИПИНефтехимавтомат
Белоруссия		
Минск	Пешес Л.Я., Степанова М.Д.	Институт проблем надежности и долговечности машин
	Широков А.М.	Минское высшее инженерное зенитно-ракетное училище
Казахстан		
Усть-Каменогорск	Полевая Ж.Н.	Усть-Каменогорское отделение ЦНИИКА

Начал создаваться коллектив, который существует по настоящее время, где многократно менялись:

- состав сотрудников;
- название (самое громкое было – Институт безопасности и надежности технологических систем);
- подчиненность;
- направление работ;
- помещение.

Я руководил этим коллективом с 1961 г. по 2014 г., когда передал руководство молодому сотруднику С.А. Трубчанинову, оставив себе должность главного научного сотрудника. Состав коллектива менялся, защищались диссертации, но основные сотрудники работали в течение многих лет. Наибольшая длительность работ в нашем коллективе принадлежала к.т.н. Л.И. Спектору (50 лет) и к.т.н. В.М. Гольдрину (59 лет).

Идея заниматься не только динамикой автоматических регуляторов, но и их надежностью к 1962 г. висела в воздухе, тем более такие работы ни в ЦНИИКА, ни в Министерстве приборостроения не проводились. Возник вопрос – динамические характеристики автоматических регуляторов нам известны, а какие у них характеристики надежности?



Лаборатория надежности в 1976 г.

На фото: 1-й ряд – Влад Гольдрин, Сева Нечаев, Алла Губенко; 2-й ряд – Нина Головки, Таня Алексеенкова, Лида Гарагуля, Света Виноградская, Леня Спектор.

Руководство ЦНИИКА поддержало идею заниматься надежностью, и мы приступили к этой работе. Все было абсолютно новым для нас. До появления в свет нашей классики – книги Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляева, А.Д. Соловьева¹ – оставалось 3 года. Единственно, что мы сразу правильно поняли, – это то, что надежность базируется на теории вероятностей, которую ни я, ни

¹ Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. М.: Наука, 1965. 524 с.

мои сотрудники не знали. Только на военной кафедре в ХПИ я слышал слова, относящиеся к вероятности, поскольку военная специальность была «Управление артиллерийским зенитным огнем». В трех курсах по математике в аспирантуре этой науке меня не учили.

Зато условия для работы в то время были непостижимые – нам дали почти год на подготовку к новому направлению, не требуя сразу никаких результатов. Мы пригласили читать лекции специалиста по теории вероятности из Военной Инженерной Радиотехнической Академии И.М. Сливняка специально для нашего коллектива. Нам читались лекции на математическом уровне, превышающем наши возможности. Университетский учебник по теории вероятностей Б.В. Гнеденко был тогда для нас предельным, мы пытались понять его, а затем и книги Г. Крамера и Дж. Дуба. После лекций чтение учебника Е.С. Вентцель по теории вероятностей для технических институтов доставляло просто эстетическое удовольствие – все было понятно и просто. (Тогда мы еще не знали, что Е.С. Вентцель под псевдонимом И. Грекова – не от слова «грек» а от знака «игрек» – была автором знаменитых в то время книг, которыми все зачитывались). Я только раз видел Е.С. Вентцель в 1967 г. в вестибюле московского Дома Ученых, где проводился Всесоюзный симпозиум по статистическим проблемам в технической кибернетике. Вошел красавец генерал Пугачев, ведя под руку скромно одетую пожилую даму. Тут же пошел шорох – это же сама Вентцель!

Нужно было определяться в новом для нас направлении. Надежностью чего заниматься – было понятно. Конечно, автоматическими регуляторами, которые ранее были в центре внимания нашего отдела, и с которыми мы были хорошо знакомы. Перед нами стоял вопрос – а каковы численные значения показателей надежности регуляторов? Показатели надежности ни этих регуляторов, ни какой-либо еще промышленной автоматики, не были известны. Никто даже не представлял тогда их уровень. Как определить показатели надежности – было непонятно. В качестве первого шага мы заказали оборудование для стендовых испытаний надежности. В эпоху всеобщего дефицита нам дали не то, что мы хотели, а то, что можно было достать – камеру тепла, влаги и солнечной радиации, и стенд для испытаний транспортной тряски. Пока мы это оборудование получали, стало понятно, что для определения показателей надежности оно нам не пригодится. Так оно и простояло много лет нетронутым; впрочем, тронуть оно было непутевым лаборантом, который перед уходом нацарапал свое имя на этой камере.



Михаил Анисимович Ястребенецкий в 1974 г.

Мы пошли иным путем – попробовали определить показатели надежности по результатам эксплуатации. В то время вообще было неясно, можно ли использовать данные эксплуатации для получения объективных количественных оценок надежности. В СССР (во всяком случае в промышленной автоматике и уж точно в энергетике) этого никто не делал и никакой уверенности, что получится что-то путное, не было. С 1963 г. мы начали проводить такие работы. Первым объектом исследования стали автоматические электрические регуляторы на Змиевской тепловой электростанции. Тем более, для этой станции ЦНИИКА разрабатывал информационно-вычислительные системы. Не вдаваясь в детали, скажу, что потребовался ряд мер, организационных и статистических, для получения достоверных данных о надежности. Мы сутками дежурили на станции, проводили так называемые контрольные записи – дежурили вместе со сменами и фиксировали действия персонала, обучали персонал сбору данных и обучались сами.

В этом направлении – надежность при эксплуатации – все было новым, опыт накапливался быстро и в 1968 г. мы опубликовали первую в СССР книгу по надежности промышленной автоматики¹. Небольшая книга (125 стр.) вышла в издательстве «Энергия» небывалым по нынешним временам тиражом – 14 000 экземпляров, который быстро был раскуплен. Изучение поведения действующей аппаратуры автоматики в условиях реальной эксплуатации показало, что имеющиеся математические модели их надежности не достаточны. Возникла необходимость создания новых моделей, которые учитывают реальную ситуацию.

Полученные результаты в течение 1969-1974 гг. были опубликованы в академических журналах, в том числе 5 статей в самом престижном в то время журнале «Известия Академии наук СССР. Техническая кибернетика», известном тщательным рецензированием и жестким отбором статей. Кроме того, были опубликованы статьи в киевском журнале «Кибернетика» (одна из них – в соавторстве с моим товарищем по ЦНИИКА В.В. Рыковым²), и статьи в журнале «Автоматика и телемеханика» Все эти статьи были переведены на английский язык и изданы за границей. Новые модели были описаны в следующей книге³.

Затем стало ясно, что данные по эксплуатационной надежности могут быть широко использованы для совершенствования эксплуатации автоматики. Здесь мы ограничились сначала тепловыми электростанциями.

¹ Ястребенецкий М.А., Соляник Б.Л. Определение надежности аппаратуры промышленной автоматики в условиях эксплуатации / Ред. О.Г. Журавлев. М.: Энергия, 1968. 130 с. (Библиотека по автоматике; выпуск 281).

² Рыков В.В., Ястребенецкий М.А. О регенерирующих процессах с несколькими типами состояний регенерации // Кибернетика. 1971. № 3. С. 82–86. Киев.

³ Ястребенецкий М.А., Соляник Б.Л. Надежность промышленных автоматических систем в условиях эксплуатации. Поток отказов и методы их статистической обработки / Ред. В.В. Рыков. М.: Энергия, 1978. 168 с.

Нашли единомышленников (вернее, они нашли нас) на Урале, в «Свердловэнерго» – второй по мощности энергосистеме в СССР. Это были сотрудники Службы тепловой автоматики и измерений «Свердловэнерго» – ее начальник Д.В. Смагин, его заместитель Р.Н. Гринфельд и главный мотор в этой работе – Г.П. Раменская. Цель была – уменьшить трудозатраты персонала цехов тепловой автоматики и измерений, не снижая при этом надежность. Для того, чтобы установить периодичность профилактического технического обслуживания автоматики, было принято и реализовано (причем не только в «Свердловэнерго», но и в близлежащих энергосистемах – «Пермьэнерго» и «Башкирэнерго») смелое решение – вообще не проводить в течение времени техническое обслуживание, а потом посмотреть, что из этого получилось: где, что, как часто нужно делать с аппаратурой.

Количество аппаратуры, над которой был поставлен этот эксперимент, было весьма большим – около 7500, а суммарная длительность испытаний – около 80 млн приборо-часов. В работе участвовали и организации Министерства энергетики и электрификации – Всесоюзный теплотехнический институт и трест ОРГРЭС. В результате работ были разработаны новые нормы технического обслуживания и капитальных ремонтов средств автоматизации, а затем нормативы номенклатуры и количества запасных частей. После апробации эти нормы были утверждены Министерством энергетики и электрификации СССР для всех тепловых электростанций страны. Например, периодичность капитальных ремонтов автоматики увеличена с двух до четырех лет, что дало существенный эффект.

Школа Б.В. Гнеденко по надежности. Вышедшая в 1965 г. книга Б.В. Гнеденко, А.Д. Соловьева, Ю.К. Беляева (см. ¹) стала классической как для меня, так и для специалистов по надежности во всем мире. До 1970 г. я видел Бориса Владимировича Гнеденко (далее – Б.В.) только издали, на трибунах конференций и семинаров. Летом 1970 г. я получил приглашение для участия во Всесоюзном совещании – школе по теории массового обслуживания, организованного Московским Государственным университетом (МГУ) под руководством Б.В. Хорошо помню день и место своего знакомства с Б.В. День – 2 октября 1970 г., место – Дом творчества композиторов, в красивейшем курортном городке Дилижан в Армении. Пожалуй, более яркого и интересного совещания у меня в жизни не было. Музыка непрерывно звучала из открытых окон коттеджей. На школу были приглашены как корифеи из МГУ – уже ставший корифеем Игорь Ушаков, так и молодежь приблизительно одного возраста, которая начинала работать в области надежности и массовом обслуживании: Александр Андронов, Степан Броди, Боян Димитров, Илья Герцбах, Виктор Каштанов, Владимир Рыков, Михаил Федоткин и др. Многие из них стали моими товарищами на всю жизнь. На меня обрушилась масса новых впечатлений, новых идей.

Доброжелательность Б.В., внимание к молодежи, желание помочь разобраться в неясных до того математических задачах были поразительны. Я не предполагал выступать на этой школе, и предложение Б.В. выступить с докладом было для меня неожиданным. Еще более неожиданным стало предложение Б.В. быть руководителем одного из заседаний школы. Со школы в Дилижане началось мое знакомство и с А.Д. Соловьевым – непрекаемым авторитетом в теории надежности, который в дальнейшем сыграл большую роль в моей жизни.

А на школах, организованных Б.В., мне еще дважды доводилось бывать: в Пушино на Оке и на курорте в Азербайджане с захватывающим названием Загульба.

Затем последовал семинар в МГУ, проводимый Б.В. и обсуждение на нем моей докторской диссертации. Оппонентами в 1974 г. по рекомендации Б.В. были члены его команды – А.Д. Соловьев и И.А. Ушаков. К сожалению, защита диссертации в ученом совете Харьковского Политехнического института была не последним этапом прохождения диссертации. В начале 1975 г., сразу же после защиты моей докторской диссертации¹, началась, так называемая, перестройка Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК). Старые советы были распущены, новые еще не созданы. Общее правило «закон не имеет обратной силы» было проигнорировано: диссертации, которые были защищены по старым требованиям, имевшим место до реформы ВАК, должны были быть оценены по новым требованиям. Я уже не говорю, что новые требования сначала не были даже сформулированы – защищенные по старым требованиям диссертации, включая мою, просто пылились в ВАК и ждали новых требований. Даже фамилия нового председателя ВАК звучала угрожающе – Кириллов-Угрюмов, напоминая персонажей Салтыкова-Щедрина.

В итоге через год после защиты 3 декабря 1975 г. я получил разгромный отзыв неизвестного так называемого «черного» оппонента. В коротком сугубо отрицательном отзыве в частности говорилось: «Исчерпывающее решение указанная проблематика получила в работе Ю.К. Беляева в журнале «Теория вероятностей и ее применение». Автор ограничивается в своей работе формулами, которые можно найти в указанной работе или легко получить как их следствие». Далее «Рассматриваемая автором полумарковская модель имеет весьма узкую область применения. Чтобы снять ограничения, накладываемые полумарковской моделью, некоторые авторы ввели и исследовали процессы более общего типа (И.И. Ежов, А.В. Скороход в журнале «Теория вероятностей и ее применение»)). Почему оппонент сослался именно на эти статьи – непонятно, это были чисто математические работы, написанные на ином математическом уровне и не связанные с моими результатами. В мою защиту выступи-

ли те, на кого сослался черный оппонент – Ю.К. Беляев, И.И. Ежов с А.В. Скороходом, написавшие письма в ВАК. Меня вызвали в экспертный совет ВАК, я ответил на все вопросы, решил, что уже все в порядке.

Но ВАК отправил диссертацию на перезащиту в МВТУ им. Баумана, где работу, докладываемую в тот же день непосредственно передо мной, отклонили. На перезащиту поехали втроем, совместно с лидерами школы Б.В. – А.Д. Соловьевым и И.А. Ушаковым. В перезащите было две части. В первой, открытой, был заслушан мой доклад. Вопросы задавали профессора Г.К. Круг, В.В. Солодовников, П.С. Матвеев, Н.Т. Кузовков, Е.П. Попов и др., все вопросы были по делу, все проходило спокойно. Оппонентом от Совета был проф. Ю.А. Рязанов. По правилам, на перезащите разрешались выступления одного оппонента. Полагаю, что логике и авторитету А.Д. Соловьева в Совете противостоять было невозможно. И.А. Ушаков находился в резерве. Закрытая часть проходила без меня и моих оппонентов. Потом я получил стенограмму этой части. В ней выступали проф. В.В. Липаев – специалист по надежности программного обеспечения, проф. Г.Г. Бебенин – специалист по системам управления полетом и председатель Совета чл.-корр. АН СССР Е.П. Попов. Не могу не процитировать фрагмент из выступления Г.Г. Бебенина: «Нет сомнений относительно оригинальности теоретических материалов – в «Технической кибернетике» иначе не поместят. Можно в одной статье что-либо уточнить, добавить. Но нельзя же поместить столько работ, не содержащих ничего нового. А зачем использовать чужие, если у него получены свои оригинальные результаты. У меня впечатление, что отрицательный отзыв несерьезный». Результаты голосования были 17:2 в мою пользу.

В числе отличных идей И.А. Ушакова было создание объединения коллег, работающих в области теории надежности, а также безопасности, анализа риска и близких приложений. Эта идея была реализована И.А. Ушаковым и А.В. Бочковым в 2000 г., объединение в честь Б.В. получило название «Гнеденко-Форум». Мне была доверена большая честь быть президентом «Гнеденко-Форума» с 2014 г. по 2020 г. после Вау Куо – президента городского университета Гонконга и перед учеником Б.В. – Бояном Димитровым – профессором Кетеринг Университета (США).

Сейчас, глядя на книги Б.В., подписанные у меня дома, и на свою книгу по надежности систем управления технологическими процессами, вышедшую в Москве в 1982 г. с предисловием Б.В., я думаю о том, что мне в жизни очень повезло – работать с Борисом Владимировичем Гнеденко и его учениками.

Семинары, конференции, совещания по надежности. У всех этих мероприятий частым местом проведения был Ленинград, где ими руководили И.А. Рябинин и А.М. Половко. Ленинград был местом, где в 1968 г. было мое первое выступление по надежности на конференции «Надежность приборов, средств автоматизации и систем управления».

¹ Ястребенецкий М.А. Надежность общепромышленных автоматических систем и средств управления: (Методы и результаты исследования при эксплуатации): Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук / Харьк. политехн. ин-т им. В.И. Ленина. – Харьков, 1974. – 38 с.



Участники семинара Ю.Н. Руденко на юге Байкала в 1980 г.

На фото: ряд 1 справа – Н. Воропай (директор СЭИ после Ю.Н. Руденко), я рядом, ряд 2 слева 3-й- Ю.Н. Руденко, ряд 3 слева 2-й- И.А.Ушаков, рядом В.П.Грабовецкий

Самым долгоживущим является международный научный семинар имени Ю.Н. Руденко «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики», проводимый Сибирским энергетическим институтом (СЭИ) АН СССР. В 2024 г. состоялось 96 (!) заседание этого семинара. Академик Ю.Н. Руденко был директором СЭИ, а потом академиком – секретарем отделения физико-технических проблем энергетики АН СССР, автором совместно с И.А. Ушаковым книги по надежности систем энергетики. Семинар собирает специалистов по надежности в различных отраслях энергетики и не только в энергетике.

Интересными и масштабными мероприятиями со всех точек зрения – по количеству участников – более 1000, по тематике и числу докладов были Всесоюзные совещания по проблемам управления, которые организовывали Академия наук СССР и Институт проблем управления (ИПУ). На всех этих совещаниях была секция надежности и диагностики. Мне довелось выступать на этих совещаниях с 1968 г. в столицах разных союзных республик: IV Тбилиси 1968; VI Москва 1974; VII Минск 1977; VIII Таллин 1980; IX Ереван 1983; X Алма-Ата 1986; XI Ташкент 1989.

Очень интересными были пленарные заседания. На них с проблемными докладами выступали крупнейшие ученые. Приятно привести имена некоторых

знаменитых академиков-докладчиков: В.А. Трапезников («Перспективы в развитии управляющих систем»), Я.З. Цыпкин («Новые направления в теории адаптивных систем»), В.С. Пугачев (Развитие теории стохастических систем управления), В.М. Глушков («Сети ЭВМ и их использование для управления экономикой»), Б.Н. Петров («Управление космическими аппаратами»), Б.В. Раушенбах («Проблемы управления в космосе») и др.

Тенденции – разнообразия мест проведения совещаний – ИПУ придерживался не только для самых представительных совещаний по автоматическому управлению, но и по частным вопросам. Так, под руководством В.С. Пугачева проводились Всесоюзные совещания по статистическим методам управления не только в Москве (1967 г.), но в Ташкенте (1970 г.) и в Алма-Ате (1981 г.), где были секции надежности и теории массового обслуживания.

Не только ИПУ разнообразил места проведения своих совещаний. В Министерстве приборостроения был создан Совет по надежности АСУТП. В состав совета входили руководители подразделений надежности различных организаций: Ю.Г. Заренин и Н.А. Шишенок (Киевский институт автоматики), П.В. Рубинштейн (Москва, завод «Манометр»), Т.И. Лиманский (Северодонецк, НИИУВМ), Ш.А. Киясбейли (Сумгаит, НИПИ

Нефтехимавтомат), ЦНИИКА (М.А. Ястребенецкий) и др. Заседания этого Совета проводились непосредственно на предприятиях отрасли – в Северодонцке, Омске, Грозном, Киеве, Харькове, Сумгаите, Кироваване, Рустави и др.

В течение ряда лет я проводил в Харькове семинар по надежности в областном Доме техники, где выступали специалисты из ряда городов Советского Союза: А.Д. Соловьев, И.А. Ушаков, В.В. Рыков, В.А. Каштанов, А.И. Губинский и др. Наконец я решился пригласить на этот семинар Б.В. Гнеденко. К моей радости, на приглашение Б.В. с удовольствием согласился: «Я академик Академии наук Украины, а в Харькове – первой столице Украины – я очень давно не был». В июне 1975 г. Б.В. приехал в Харьков. Кроме постоянных участников семинара, послушать доклад Б.В. пришло множество людей-математиков, инженеров. Большой зал Дома техники был набит до отказа.

Доклад Б.В. был посвящен связи прикладной математики и теории надежности с практикой создания и эксплуатации технических систем и оборудования, в первую очередь, разрабатываемого и изготавливаемого в Харькове. Б.В. был прекрасно информирован об огромных харьковских заводах, выпускающих турбины, трактора, электродвигатели, электронное оборудование. Он даже знал о том, что в Харькове находился крупнейший в СССР танковый завод, сам факт существования которого в те времена считался секретным. У Б.В. Был удивительный и редкий талант говорить просто о сложных вещах, и в этом можно было еще раз убедиться во время его доклада.

Семинар затянулся, Б.В. было задано много вопросов, на которые он весьма подробно отвечал. После семинара пошли пешком ко мне домой, где нас среди прочего угощения ждала огромная щука. «Я – волгарь» – сказал

Б.В. и выбрал себе голову. Каков же был ужас жены и моих родителей, когда в этой голове обнаружился крючок, причем уже тогда, когда злосчастный кусок рыбы был во рту. К счастью, крючок вцепился не глубоко. «Ну, все, я теперь у Вас на крючке» – сказал Борис Владимирович. «Но этот крючок я заберу с собой на память, как доказательство того, что Вы меня поймали в Харькове на крючок».

Надежность атомных электростанций (АЭС). Работы по надежности АСУТП АЭС начались нами с начала 80-х годов и стали затем основным направлением наших действий. В это время ЦНИИКА была поручена разработка научных и инженерных методов создания АСУТП АЭС с реакторами различных видов. Нашей задачей была разработка научных основ и методов обеспечения надежности АСУТП АЭС и работы по тем системам, которые разрабатывал наш институт.

Основной станцией, на которой мы проводили работы, была Запорожская АЭС (ЗАЭС). Темпы, с которой строилась ЗАЭС, были непостижимыми ни для того, ни для настоящего времени. В конце 1984 г. был введен в эксплуатацию 1-й энергоблок, затем каждый год вводился новый энергоблок. На строительстве действовал четко организованный конвейер, которого мир не знал ни ранее, ни потом. Пуск 6-го блока планировался на 1989 г., но из-за моратория, объявленного на ввод новых мощностей, блок не успели пустить. К чести директора ЗАЭС В.К. Бронникова, он не допустил растаскивания оборудования 6-го энергоблока, как на других строящихся АЭС Украины, и уже в 1993 г., когда отменили мораторий, пуск этого энергоблока состоялся – ЗАЭС стала крупнейшей АЭС в Европе. ЦНИИКА для ЗАЭС разрабатывал принципиально новую управляющую вычислительную систему (УВС) «Комплекс-Титан». Мы проводили расчеты надежности этой системы,



Совет по надежности АСУТП в Омске в Мемориальном сквере памяти борцов революции. 1984 .
На фото: 4-й слева- Ш.А. Киясбейли, 5-й слева М.А. Ястребенецкий, крайний справа Ю. Г. Заренин

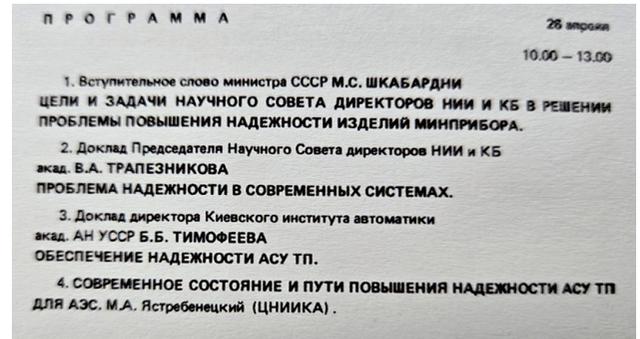
участвовали в испытаниях. На ЗАЭС я впервые побывал под оболочкой реактора до его загрузки ядерным топливом. Кроме УВС, мы занимались надежностью и иной новой аппаратуры Минприбора, впервые поставленной на АЭС, особенно универсального комплекса технических средств – УКТС. Вот тут уже были огромные проблемы. Как сказал один из наладчиков этого комплекса: «Блок на УКТС мы пустим, а уж можно ли будет его остановить, когда нужно, – не знаем». Наши рекомендации в какой-то степени позволили повысить надежность УКТС.

В 1983 г. мы разработали первый нормативный документ для АЭС – «Общие технические требования по надежности технических средств Минприбора для АЭС». Добавлю сюда, что серия из восьми Государственных общесоюзных стандартов (ГОСТ) 25804–83 «Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электростанций», два из которых мы разработали в 1983 г. (содержащие требования к надежности и испытаниям на надежность), действовала более 30 лет.

Толчком в работах по надежности АСУТП АЭС был Научный Совет директоров НИИ и КБ Минприбора, проведенный в апреле 1984 г. Совет был посвящен повышению надежности изделий Минприбора, мой доклад был в начале заседания Совета.

Пожалуй, из всех моих выступлений этот доклад – «Современное состояние и пути повышения надежности АСУТП АЭС» был наиболее важным. Я привел показатели надежности технических средств и функций АСУТП АЭС, причины их недостаточной надежности,

рассказал о мероприятиях, уже проведенных Минприбором по повышению надежности, и о направлениях дальнейших работ.



В заседании участвовал Министр приборостроения, средств автоматизации и вычислительной техники М.С. Шкабардня, а руководил Советом директоров ИПУ знаменитый академик В.А. Трапезников, чье имя сейчас носит этот институт. Мой доклад вызвал значительный резонанс, доклад был направлен в организацию страны, существенно превышающую уровень министерства.

Выполняя служебные командировки, я объездил всю страну – от Армянской АЭС (Мецамор, Армения) до Билибинской АЭС (Чукотка). На карте крестиком отмечены места командировок.

Последующие работы мои, как и нашего коллектива, связаны с обеспечением безопасности АЭС.

Кого я учил надежности. Это короткое продолжение разделов о тех, кто меня учил надежности.



Карта моих служебных командировок в СССР

Аттестат ВАК об ученом звании профессора по кафедре технической кибернетики я получил в 1986 г. В течение многих лет – с 1984 г. по 2022 г. – я работал в Харьковском Политехническом институте на кафедре «Техническая кибернетика», а затем переименованной в «Системный анализ» и читал там курс лекций по теории надежности. Лекции этого же направления я также читал в различных учебных заведениях нашей страны, а также в Болгарии и на Кубе. Я руководил аспирантами, выполнявшими диссертации по вопросам надежности, проживающими не только в Харькове, но и в Москве, Белоруссии, Азербайджане, Казахстане, Вьетнаме. В Харьковском и Одесском политехнических институтах были изданы пособия для студентов, изучающих теорию надежности.

Тесная связь сложилась с кафедрой «АСУТП тепловых и атомных электростанций» Московского энергетического института. Совместно с доцентом этой кафедры Г.М. Ивановой мы написали учебник «Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами» (1989 г.) для студентов, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств»¹. Учебник был утвержден Государственным Комитетом по народному образованию. Через 20 лет после выхода в свет этой книги на конфе-

¹ Ястребенецкий М.А., Иванова Г.М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами: Учеб. пособие для вузов по спец. «Автоматизация технол процессов и пр-в». М.: Энергоатомиздат, 1989. 263 с.: ил.

ренции в Японии ко мне обратился коллега из Москвы: «А я Вас знаю. Мы в МИФИ учились по Вашей книге».

Не могу не вспомнить, какие теплые, человеческие отношения были между людьми в те годы. Можно сказать, что надежность техники обеспечивалась благодаря надежности людей. В Харькове, когда у членов моей семьи возникли проблемы со здоровьем, помощь с дефицитными лекарствами мне оказывали из разных городов страны: от Сибири (Ю.Н. Руденко) до Баку (Ш.А. Киясбейли).

Когда тяжелая болезнь харьковского профессора В.Ф. Шукайло привела его в клинику Московского мединститута для операции на сердце, его мать должна была приехать ухаживать за ним, но жить ей было нелегко. Шукайло обратился за помощью к Г.В. Дружинину, с которым был знаком по семинарам по надежности. Дружинин в это время был деканом факультета в МИИТ. Шукайло попросил помочь устроить мать в общежитие МИИТа. В ответ на эту просьбу, Дружинин предложил поселить ее в Москве у своей матери. В своей книге², я вспоминаю о многих и многих добрых людях, в которых глубокий профессионализм сочетались с широкой душой и человечностью.

И таких примеров сотни в моей жизни.

² Ястребенецкий М.А. Поколения Ястребенецких. Часть 2. Харьков, Aladin Print, 2021. 161 с.

Об авторе:

Михаил Анисимович Ястребенецкий, доктор технических наук, профессор. Родился в 1934 г. в г. Москва (СССР). Профессор Харьковского политехнического университета (1984-2022). Руководитель программного комитета и председатель международных научно-технических конференций «Информационные и управляющие системы АЭС: аспекты безопасности» (2003, 2005, 2007, 2010, 2013).
E-mail: ma.yastreb2013@gmail.com

