

УДК 929

## Анатолий Михайлович Половко: у истоков теории надежности. К 100-летию со дня рождения

Гончаренко В. А.

**Актуальность.** В ноябре 2021 года исполнилось 100 лет со дня рождения известного советского и российского ученого Анатолия Михайловича Половко. В связи с этим полезно осмыслить сделанное им для науки и оценить влияние сделанного на науку и общество. **Цель статьи** – на примере результатов разносторонней деятельности А.М. Половко сформировать у начинающих ученых понимание фундаментальных процессов эволюционного и революционного подходов к формированию новых научных знаний, закономерностей развития науки. **Метод.** Для достижения поставленной цели используется: 1) изучение работ ученого по первоисточникам и научно-исторической литературе, 2) изучение биографии ученого по воспоминаниям современников и научно-биографической литературе, 3) сравнение работ ученого с работами других ученых в данной области. **Новизна.** В статье впервые воссоздана история научной и педагогической деятельности крупного ученого и педагога А.М. Половко, описаны его результаты в области теории надежности и достижения в педагогике. **Результат.** Для достижения цели статьи использованы отечественная и зарубежная литература по теории надежности и истории науки, включая труды самого А.М. Половко, воспоминания его коллег и учеников. В статье изложен смысл научных результатов А.М. Половко, возможности их использования в технике. Воссоздана научная биография ученого. Описаны его особенности как человека, ученого, педагога. **Практическая значимость.** Работа будет полезна молодым ученым, изучающим методологию научных исследований, а также специалистам, интересующимся историей зарождения и развития теории надежности.

**Ключевые слова:** А.М. Половко, следящие системы, теория надежности, расчет надежности, абсолютно надежные системы, топологические методы, научная школа надежности, символическая математика, Ленинград, Ичня.

### Введение

14 ноября 2021 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Анатолия Михайловича Половко – выдающегося ученого и педагога, одного из создателей теории надежности в нашей стране, популяризатора науки и математических вычислений.

Сегодня теория надежности воспринимается молодым поколением как весьма древняя фундаментальная наука, на которой основаны исследования во многих отраслях производства, обороны и управления. Однако сегодня в России есть немало ученых, производственников, педагогов, в том числе и молодых, которые лично знали замечательного ученого, стоявшего у истоков этой науки – Анатолия Михайловича Половко, доктора технических наук (1964 г.), профессора (1966 г.), Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР (1972 г.),

---

#### Библиографическая ссылка на статью:

Гончаренко В. А. Анатолий Михайлович Половко: у истоков теории надежности. К 100-летию со дня рождения // Системы управления, связи и безопасности. 2022. № 2. С. 191-207. DOI: 10.24412/2410-9916-2022-2-191-207

#### Reference for citation:

Goncharenko V. A. Anatoly Mikhailovich Polovko: at the Origins of Reliability Theory. To the 100th Anniversary of the Birth. *Systems of Control, Communication and Security*, 2022, no. 2, pp. 191-207 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2022-2-191-207

ведущего специалиста страны по проблемам надежности больших систем, соавтора первой в СССР монографии по теории надежности (1959 г.), руководителя ленинградской научной школы надежности систем управления и вычислительной техники, начальника кафедры электронной вычислительной техники (ЭВТ) Ленинградской Краснознаменной военно-воздушной инженерной академии (ЛКВВИА) имени А. Ф. Можайского, заведующего кафедрой информатики и вычислительной техники Ленинградской лесотехнической академии имени С.М. Кирова.

Мое знакомство с Анатолием Михайловичем состоялось в июне 1998 г., когда я, будучи молодым военным преподавателем, в составе инициативной группы организовывал первую за 40 лет существования кафедры ЭВТ юбилейную встречу, участвовал в создании первого очерка истории кафедры. К тому времени он был маститым ученым с мировым именем, профессором в Лесотехнической академии. Для меня тогда А.М. Половко казался живой легендой из рассказов старших товарищей. Но после первого же очного знакомства с Анатолием Михайловичем возникло ощущение, что я знал его всю жизнь, настолько искренним и доверительным было общение. Мы сразу нашли множество общих тем для обсуждения – от неопределенности исходных данных в науке до украинских народных песен. Однако, ввиду природной скромности Анатолия Михайловича, в биографии ученого осталось множество неясных моментов, которые, к сожалению, не были установлены при его жизни. Что-то найти в Интернете о его деятельности в то время было просто невозможно.

В настоящей статье сделана попытка написать целостную биографию ученого, оценить его роль в появлении и развитии теории надежности в нашей стране, дать ценностные ориентиры молодым ученым и педагогам для построения успешной научно-педагогической карьеры.



Рис. 1. А.М. Половко. 1940-е, 1960-е и 2000-е гг.

### **1. Начало службы и научной деятельности А. М. Половко**

Анатолий Михайлович Половко родился 14 ноября (по учетным документам – 17 декабря [1]) 1921 г. в с. Ёчня Черниговской области на Украине. По окончании средней школы 26 сентября 1940 г. он был призван на военную службу, военную присягу принял 19 января 1941 г. Его служба началась с обу-

чения в 63-й Дивизионной школе младших авиационных специалистов (ШМАС) Дальневосточного фронта, по окончании которой 15 мая 1941 г. он был назначен на должность механика по электрооборудованию в 57 бомбардировочный авиационный полк 1-й Краснознаменной армии Дальневосточного Фронта. Уже через месяц, ровно за неделю до начала войны, А.М. Половко был переведен в 538 скоростной бомбардировочный авиаполк, где и прослужил до лета 1942 г.

25 июля 1942 г. А.М. Половко был зачислен слушателем подготовительного курса Ленинградской военно-воздушной академии (позже ЛКВВИА, сейчас – Военно-космическая академия (ВКА) имени А.Ф. Можайского), которая к тому времени находилась в эвакуации в Йошкар-Оле, а с 14 декабря 1942 г. (приказом по академии) он стал слушателем основного курса. Однако приказ по Военно-воздушным силам (ВВС) Рабоче-крестьянской красной армии (РККА) о зачислении состоялся только 10 апреля 1944 г. с присвоением первичного офицерского звания младшего техника-лейтенанта. Вместе с академией Анатолий Михайлович вернулся из Йошкар-Олы в Ленинград в 1945 г. 4 мая 1946 г. ему было присвоено воинское звание техника-лейтенанта. 23 марта 1949 г. А.М. Половко окончил академию по кафедре электрооборудования самолетов и аэродромов (начальник кафедры Б.И. Рубин) в звании старшего техника-лейтенанта.

После окончания учебы служба Анатолия Михайловича в 1949-1951 гг. проходила на Центральной научно-экспериментальной базе ВВС (г. Люберцы) на должностях помощника ведущего инженера и ведущего инженера отдела авиационного спецоборудования. Уже тогда проявилась его тяга к науке, и 29 декабря 1951 г. А.М. Половко в звании инженер-капитана поступает в адъюнктуру ЛКВВИА на родную кафедру электрооборудования.

В сентябре 1952 г. в связи со стремительным развитием и усложнением авиационной техники, резким увеличением значимости электрооборудования в обеспечении высокой боевой эффективности подразделений и частей ВВС из кафедры электрооборудования выделилась кафедра эксплуатации и ремонта спецоборудования самолетов (под номером 26).

После обучения в адъюнктуре и защиты кандидатской диссертации 26 апреля 1955 г. по тематике эксплуатации электроспецоборудования самолетов А.М. Половко был назначен преподавателем 26 кафедры. Руководил в то время кафедрой инженер-полковник Б.С. Одаренко, прошедший всю войну в действующих армиях и имеющий огромный боевой опыт эксплуатации авиационной техники [2]. Вместе с А.М. Половко на кафедре в то время также трудились А.Н. Жигарев (в будущем доктор технических наук, начальник кафедры эксплуатации), Б.Н. Казачков, Б.А. Калинин, В.А. Митюржев и др.

## 2. Путь в теорию надежности

В 1957 г. в жизни А.М. Половко произошел перелом, определивший всю его дальнейшую карьеру – он был назначен преподавателем кафедры авиационной автоматики и телемеханики (в то время 23 кафедры), возглавляемой выдающимся ученым, Лауреатом трех Государственных премий, Академиком Российской академии наук, доктором технических наук профессором генера-

лом-майором Евгением Павловичем Поповым, ставшим впоследствии его научным консультантом по докторской диссертации. Талантливый ученый, выпускник Московского высшего технического училища имени Н.Э. Баумана, защитивший в 32 года докторскую диссертацию, 35-летний инженер-майор Е.П. Попов в 1949 г. возглавил впервые созданную в системе военных вузов кафедру автоматики и телемеханики.

Основным научным направлением 23 кафедры становится теория и практика автоматического управления летательными аппаратами. Евгений Павлович тщательно подбирал талантливые кадры к себе на кафедру. Достаточно сказать, что из сотрудников кафедры, служивших в академии под его руководством с 1949 по 1964 г., впоследствии стали начальниками кафедр 13 человек (К.П. Поведский, Д.А. Башкиров, Ю.И. Беззубов, С.П. Авдеев, И.В. Еременко, А.М. Половко, П.А. Чукреев, В.М. Пономарев, Н.К. Зайнашев, Р.М. Юсупов, В.А. Бесекерский, Л.И. Каргу, В.А. Смагин), 11 – докторами наук, 6 – Заслуженными деятелями науки. Одним из них стал позже и Анатолий Михайлович.

До конца 1950-х годов А.М. Половко активно занимался динамикой следящих систем при случайных воздействиях. Уже в 1957-1958 учебном году А.М. Половко и В.Т. Кочетковым при участии В.М. Пономарева была поставлена новая дисциплина «Системы управления авиационных ракет». На долю А.М. Половко досталось изложение основной части лекций, а В.Т. Кочетков оживлял лекции рассказами об испытаниях беспилотных объектов [2, 3]. По дисциплине ими позже была подготовлена монография «Теория систем телеуправления и самонаведения ракет», опубликованная в 1964 г. в издательстве «Наука». И так бы и продолжалась благополучная карьера Анатолия Михайловича в области теории управления, если бы не новые обстоятельства, потребовавшие серьезно изменить профиль своей профессиональной деятельности.

К тому времени теория надежности, зародившаяся через несколько лет после Второй мировой войны в США, начала активно развиваться как самостоятельная наука. В Советском Союзе, особенно в оборонных структурах, также заинтересовались новой наукой. В 1954 г. под редакцией академика В.И. Сифорова вышел первый сборник переводов зарубежных материалов, посвященных проблемам надежности радиоаппаратуры [4], а также его собственная статья, явившаяся одной из первых в СССР статей по расчету надежности [5]. К концу 1950-х годов в Москве, в основном в Военно-воздушной инженерной академии имени Н.Е. Жуковского и 22 Центрального научно-исследовательского испытательного института были даже сформированы группы специалистов, занимавшиеся вопросами теории надежности (Б.В. Васильев, Г.В. Дружинин, В.А. Кузнецов, Б.Р. Левин, И.И. Морозов, М.А. Сеница, К.Ф. Цветаев и др.) [6].

Думали о развитии новой теории и в Ленинграде, в частности, в ЛКВВИА имени А.Ф. Можайского. Как произошло посвящение А.М. Половко в теорию надежности в этот период, рассказывает сам Анатолий Михайлович [7]. Как-то в конце 1950-х годов Е.П. Попов вызывает А.М. Половко и поручает ему съездить к главному конструктору систем управления Николаю Алексеевичу Пилюгину по проблемам надежности систем управления: «Поезжайте к главному конструктору, он расскажет вам о проблеме надежности систем управления.

Кафедра должна заниматься этим направлением, сейчас уже недостаточно устойчивости, качества переходных процессов, точности». «А почему я?» – с недоумением спросил я начальника. «Вы один на кафедре занимались случайными процессами, а в надежности одни случайности, вот вам и карты в руки», – улыбнулся Е.П. Попов.

Пилюгин встретил А.М. Половко словами: «Попов сказал, что ты знаешь, что такое надежность, расскажи и нам». Анатолий Михайлович скромно пошутил, что о надежности почти ничего не знает, на что Пилюгин рассмеялся и ответил: «Это уже хорошо: мы тоже ничего не знаем». Так произошло знакомство А.М. Половко с Н.А. Пилюгиным. На месте его детально ознакомили с проблемой надежности инженеры, проектирующие системы управления.

Нужно отметить, что в 1958 г. в результате бурного развития научных направлений кафедры авиационной автоматики и телемеханики по инициативе Е.П. Попова произошло ее историческое разделение на четыре кафедры: кафедру *вычислительных машин военного применения* (начальником которой позже и станет А.М. Половко, сменив Ю.И. Беззубова), кафедру *инфракрасной техники* (начальник кафедры С.П. Авдеев), кафедру *основ автоматики* (начальник кафедры В.А. Бесекерский) и собственно кафедру *систем управления* во главе с Е.П. Поповым, на которой продолжил трудиться Анатолий Михайлович [9].

После исторической поездки А.М. Половко к Н.А. Пилюгину и полного погружения Анатолия Михайловича в проблемы надежности на кафедре систем управления (ныне 21 кафедре) это направление начало бурно развиваться. А.М. Половко переживал, что пришлось расстаться с тематикой динамики следящих систем при случайных воздействиях, но новое научное направление окупило все ожидания. Начались совместные НИР с институтом НИИ-885 Н.А. Пилюгина, ОКБ-692 В.Г. Сергеева, «Электроприбором», а затем и с ОКБ-1 С.П. Королева [8].

В том же 1958 г. состоялась Первая Всесоюзная конференция по надежности, на которой председательствовал член-корреспондент Академии наук В.И. Сифоров. После конференции во всех промышленных организациях «оборонки» начали создаваться подразделения надежности. Первый такой отдел надежности был организован в одном из НИИ Судпрома – «Электроприборе» (Ленинград), которым руководили Николай Архипович Романов и Игорь Михайлович Маликов. А уже в 1959 г., благодаря кооперации военной науки и морского НИИ, в издательстве «Судпромгиз» была опубликована первая отечественная книга по надежности «Основы теории и расчета надежности», авторами которой, помимо Н.А. Романова и И.М. Маликова, стали А.М. Половко и его коллега, будущий заместитель и преемник П.А. Чукреев [10]. В ней в популярной форме излагаются основные положения зарождающейся теории надежности и приводятся базовые методы расчета надежности сложных систем. Уже через год вышло второе издание книги, куда были дополнительно включены коэффициентный и графический способы расчета надежности, глава о способах повышения надежности сложных систем, включая оптимальное резервирование, а также приложение с определениями терминов теории надежности.

В 1960 г. А.М. Половко подготовил курс «Основы теории надежности», первым пособием по которому и стала монография, написанная учеными кафедры в сотрудничестве с работниками НИИ «Электроприбор» [10]. В этом же году его назначают старшим преподавателем кафедры систем управления.

В то же время непросто складывались отношения А.М. Половко с некоторыми руководителями и тем же НИИ Н.А. Пилюгина в области надежности. Они не допускали мысли о том, что системы управления ракет не могут быть абсолютно надежными. Так, по воспоминаниям коллег А.М. Половко, начальник управления вузами Ракетных войск стратегического назначения (РВСН) сердился на А.М. Половко, докладывающего ему положения своей теории, в частности, что вероятность безотказной работы ракет не может равняться единице [3]. Н.А. Пилюгин же, по мнению Е.П. Попова, был уверен, что проблема надежности состоит не в том, как структурно построить надежную систему из недостаточно надежных элементов, а в качественном исполнении самих приборов и удачности их конструкции [9]. Известна история, как поначалу Н.А. Пилюгин, чтобы не использовать разработанные А.М. Половко методы количественной оценки надежности систем управления, предлагал ему заключить договор на крупную сумму, чтобы тот написал о надежности все, что знает, после чего написанное спрятать надежно в сейф [3]. Никаких договоров он заключать не стал, а еще активнее занялся исследованиями. И вскоре наука о надежности, в том числе благодаря А.М. Половко, завоевала всеобщее признание и повсеместное применение как в стране, так и за рубежом.

Так, после очередного научного семинара с докладом А.М. Половко, многочисленных выступлений и дискуссии Е.П. Попов неожиданно предложил зачесть семинар в качестве расширенного по докторской диссертации. А на следующий день Евгений Павлович вызвал А.М. Половко и сказал, что нужно писать монографию по теории надежности, так как это нужно для защиты докторской и для кафедры, чтобы стать головной в стране в области надежности систем управления [7].

В начале 1960-х годов в специализированной научно-исследовательской лаборатории (СНИЛ-4) при кафедре была организована группа надежности, а в учебной лаборатории – отделение надежности систем управления, научным руководителем и куратором которых стал А.М. Половко. А скоро возникла необходимость и в преподавании учебной дисциплины «Надежность систем управления ракет и космических аппаратов», которую А.М. Половко поставил в 1963-1964 гг.

В 1963 г. А.М. Половко защищает докторскую диссертацию на тему надежности систем автоматического управления летательных аппаратов (утверждена ВАК 13 июня 1964 г.), где он разработал теоретические положения и практические рекомендации по построению достаточно надежных схем при возможных отказах отдельных элементов [9]. А уже через год в 1964 г. в издательстве «Наука» выходит в свет его монография «Основы теории надежности» [11], получившая широкое применение при создании систем управления и других автоматических систем. В работе подробно изложены методы расчета надежности при внезапных и постепенных отказах, при различных видах резер-

вирования – общем, раздельном, с дробной кратностью, приведено большое количество примеров. Эта монография стала первой отечественной книгой по надежности, переведенной на Западе [12]. В предисловии книги было, в частности, сказано: «Автор глубоко признателен члену-корреспонденту АН СССР Е.П. Попову, подавшему идею написания настоящей книги...» [11].

### 3. Кафедра электронной вычислительной техники

В 1966 г. происходит новый поворот в биографии А.М. Половко – он назначается начальником 205 кафедры ЭВТ академии имени А.Ф. Можайского. Заместителем начальника кафедры уже работал его коллега и соавтор по книге о надежности Платон Афанасьевич Чукреев. Весь свой богатый опыт в области надежности систем управления Анатолий Михайлович теперь привносит в область вычислительной техники [13]. Кафедра дополнительно стала вести занятия по дисциплине «Теория надежности» для всех специальностей электротехнического факультета.

Под решение проблем надежности кафедре была передана научно-исследовательская лаборатория – НИЛ-7, которая позволила в полном объеме выполнять фундаментальные научные исследования в области методов повышения надежности и принципов построения высоконадежных систем управления и контроля. Возглавил лабораторию первый ученик Анатолия Михайловича Надим Карамович Зайнашев, защитивший в 1970 г. докторскую диссертацию. Талантливый и плодовитый в научных исследованиях Надима Карамовича, ставшего позже еще и доктором экономических наук, коллеги называли не иначе как «Знай наших».

Параллельно в НИЛ-7 проводились исследования по синтезу бортовых вычислительных систем, которыми руководил Иван Васильевич Панфилов, второй ученик А.М. Половко, защитивший докторскую диссертацию в 1973 г.

Среди сотрудников кафедры и НИЛ-7, активно занимавшихся теорией надежности – профессор Х.Л. Смолицкий, известный всей академии математик, участник атомного проекта под руководством Л.В. Канторовича, П.А. Чукреев, соавтор первой книги по надежности, Н.К. Зайнашев, В.А. Смагин, Е.Н. Митичкин, В.Д. Трофимов, В.М. Зубков, В.С. Карпович, В.А. Бородаев, А.А. Слабать, В.О. Казык и другие. Так, одно из первых исследований в стране по оптимальному резервированию аппаратуры было выполнено сотрудниками кафедры доктором физико-математических наук профессором Х.Л. Смолицким и П.А. Чукреевым еще в конце 1950-х годов [14].

Владимир Александрович Смагин, третий ученик А.М. Половко, после защиты в 1967 г. кандидатской диссертации всецело посвятил себя теории надежности и методам обеспечения качества сложных систем. Сменив в 1979 г. на посту начальника кафедры электронной вычислительной техники рано умершего П.А. Чукреева, В.А. Смагин защитил в 1983 г. докторскую диссертацию и продолжит на кафедре дело великого учителя в области исследования надежности немарковских систем.

Теория надежности получает развитие не только в рамках кафедры, но и в научных работах других кафедр академии. Особо нужно отметить вклад Нико-

лая Михайловича Седякина, основателя научной школы надежности и эксплуатации средств связи и АСУ в начале 1960-х годов, и Александра Яковлевича Маслова – начальника кафедры эксплуатации АСУ, руководителя научной школы надежности и эксплуатации космических систем в 1970-1980-е годы.

Помимо теории надежности на кафедре ЭВТ в это время под руководством А.М. Половко активно развивались смежные науки – теория управления запасами и теория очередей, начало которым было положено в кандидатских диссертациях Анатолия Васильевича Булдакова и Юрия Ивановича Рыжикова, защищенных в 1965 г. В 1969 г. Ю.И. Рыжиков защищает докторскую диссертацию по теории очередей. В составе кафедры НИЛ-5 под руководством д.т.н. В.И. Чернецкого успешно проводит научные исследования в области автоматизации управления войсками и применения цифровых вычислительных машин для управления полетом ракет-носителей и космических аппаратов.

Благодаря усилиям и энтузиазму А.М. Половко кафедра в 1969 г. получила две бронзовые медали Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ) Советского Союза. Первая медаль была получена за разработку уникальной лабораторной установки «Учебная цифровая вычислительная машина» (УЦВМ-205), созданной коллективом преподавателей в составе В.М. Аршанского, В.В. Гребнева, В.В. Морозова и начальника отделения П.И. Иванова. Эта установка представляет собой ЦВМ в разрезе и позволяет наглядно и доходчиво обучать принципам построения и функционирования любого вычислительного средства с программным управлением. Установка неоднократно модернизировалась под изменяющуюся элементную базу, позже на кафедре были созданы различные программные эмуляторы УЦВМ [15].

Второй бронзовой медалью ВДНХ были удостоены сам А.М. Половко, А.Н. Свердлик и И.В. Вазингер за создание и внедрение специализированной вычислительной машины для исследования надежности (рис. 2).

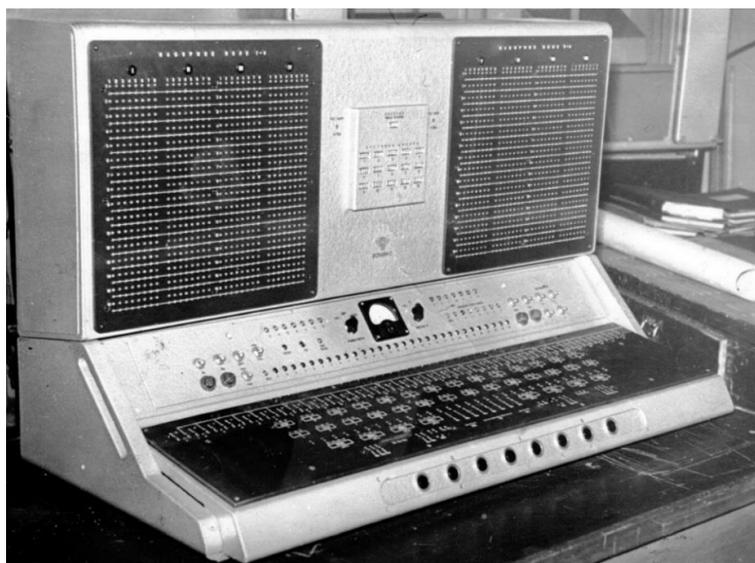


Рис. 2. Специализированная вычислительная машина для исследования надежности

К началу 1970-х годов на кафедре ЭВТ благодаря успешной организации учебного процесса существенно увеличился объем читаемых дисциплин и количество выпускаемых групп. Одновременно остро встал вопрос о специализации подготовки выпускников в области эксплуатации программного обеспечения. Достигнутый благодаря А.М. Половко потенциал кафедры позволил образовать новую кафедру математического обеспечения ЭВМ (№206), первым начальником которой в 1972 г. стал Ю.И. Рыжиков. Основу новой кафедры составили преподаватели, адъюнкты и инженеры кафедры электронной вычислительной техники (Х.Л. Смолицкий, А.В. Булдаков, В.М. Аршанский, Н.А. Калмыков, И.А. Кудряшов, Э.П. Чернаков, Е.Е. Сергеев, В.А. Бородаев, А.И. Захаров, В.В. Ковалев, Г.М. Годерзишвили и др.).

#### 4. Лесотехническая академия

В 1973 г. А.М. Половко завершил службу в Вооруженных Силах СССР и возглавил кафедру информатики и вычислительной техники (ИВТ) Ленинградской лесотехнической академии (ЛТА) имени С.М. Кирова, образованную в июне 1968 г. на базе лаборатории промышленной электроники. На кафедре Анатолий Михайлович продолжил активно развивать вопросы надежности сложных систем и современных информационных технологий, пригласив из академии имени А.Ф. Можайского своих коллег: профессора И.В. Панфилова, доцента В.М. Аршанского, в учебную лабораторию – Г.Ф. Балабанова и В.В. Самойлова.

Благодаря слаженной работе команды под руководством А.М. Половко за сравнительно небольшой период времени на кафедре и в академии в целом высоко поднялся уровень преподавания и подготовки кадров. Кафедра стала одним из серьезных научно-образовательных подразделений, известных как в Ленинграде, так и в Советском Союзе. В 1981 г. под эгидой кафедры был создан информационно-вычислительный центр академии на базе ЭВМ различных типов. В 1987 г. высокий научный потенциал кафедры позволил создать в академии диссертационный совет по защите кандидатских диссертаций.

С 1989 г. А.М. Половко продолжил работу в ЛТА на кафедре ИВТ в качестве профессора, передав кафедру своему коллеге по теории надежности И.Б. Шубинскому. В 1996 г. благодаря, в том числе, и усилиям Анатолия Михайловича, на кафедре была открыта новая специальность «Информационные системы и технологии в химико-лесном комплексе». Для популяризации теории надежности и математических вычислений Анатолий Михайлович в конце 1990-х – начале 2000-х гг. написал серию популярных книг по теории надежности, интерполяции, а также по ряду математических пакетов – Matlab, Derive, MathCad, Mathematica. По словам Анатолия Михайловича – «появление систем символьной математики – революция в науке и образовании» [16].

В 2006 г. А.М. Половко в соавторстве со своим четвертым учеником С.В. Гуровым была издана вторая редакция его учебника «Основы теории надежности» в двух томах, вместе с практикумом. По выражению Анатолия Михайловича, книга – «одно из главных дел его жизни», где получили развитие новые направления в теории надежности, ранее не публиковавшиеся в широкой

печати – надежность информационных систем, надежность программного обеспечения, надежность и техногенный риск, топологические методы анализа надежности, вопросы создания и анализа абсолютно надежных систем, интервальной оценки надежности систем при неполной информации и др. Интересно, как позиционировал книгу сам Анатолий Михайлович: «Это не учебник для студентов, не сборник инженерных методов расчета надежности... Это книга для всех, кому нужна теория надежности как наука и научная дисциплина».

Особую методическую ценность имеет второй том – практикум, где А.М. Половко собран богатейший опыт решения практических задач теории надежности в виде упражнений, лабораторного практикума, курсового проекта и описания компьютерных технологий на основе математических пакетов Mathematica, Derive, Excel и авторских программных средств.

## 5. Признание

Имя Анатолия Михайловича Половко неразрывно связано с деятельностью Ленинградской научной школы надежности, куда также входили Игорь Алексеевич Рябинин (логико-вероятностное исчисление), Лев Константинович Горский (аналитико-статистические методы исследования надежности нестационарных систем), Николай Михайлович Седякин (теория случайных импульсных потоков), Геннадий Николаевич Черкесов (временная избыточность, живучесть систем), Игорь Борисович Шубинский (отказоустойчивость и эффективность функционирования информационных систем) и др. Он возглавлял Ленинградский кабинет надежности, более 30 лет руководил Ленинградским общегородским семинаром по проблемам надежности техники (1960-1991, 1997-1998 гг.). Этот постоянно действующий семинар стал поистине кузницей кадров в области надежности и экспериментальной площадкой для апробации научных идей молодых и маститых ученых не только Ленинграда, но и всего Советского Союза. Многие ученые различных школ надежности специально приезжали, чтобы пообщаться с Анатолием Михайловичем, зарядиться его энергетикой и юмором, обсудить насущные проблемы науки и техники.

Ленинградская школа внесла много нового в теорию надежности и отказоустойчивости сложных систем, взрастив целую плеяду ярких ученых – докторов наук (В.А. Острейковский, Е.Д. Соложенцев, А.С. Можаяев, А.Я. Маслов, В.А. Смагин, О.В. Щербakov, В.К. Дедков, В.А. Богатырев, В.А. Зеленцов, А.Н. Миронов и др.). Существенное влияние научная школа оказала и на развитие смежных научных направлений – управление запасами и теорию очередей (Ю.И. Рыжиков, Т.И. Алиев, А.Д. Хомоненко, А.А. Таранцев, В.П. Бубнов), теорию эффективности целенаправленных процессов (А.Я. Иоффе, Г.Б. Петухов, И.В. Лысенко, Е.П. Минаков). После смерти Анатолия Михайловича в 2007 г. ленинградскую школу надежности возглавил его коллега прекрасный специалист контр-адмирал И.А. Рябинин, создавший свою уникальную школу логико-вероятностных методов исследования надежности [6].

За полвека научно-педагогической деятельности А.М. Половко подготовил четырех докторов технических наук (Надим Карамович Зайнашев (1970 г.), Иван Васильевич Панфилов (1973 г.), Владимир Александрович Смагин

(1983 г.), Сергей Владимирович Гуров (1997 г.), а также более 40 кандидатов технических наук (И.Е. Новиков (1962 г.), Н.К. Зайнашев (1963 г.), И.М. Звягин (1965 г.), В.А. Смагин (1967 г.), С.И. Устинов (1968 г.), В.Я. Ткачук (1969 г.), Э.П. Чернаков (1970 г.), В.М. Зубков (1971 г.), В.С. Карпович (1972 г.), В.А. Бородаев (1972 г.), А.А. Слабать (1973 г.), В.О. Кацик (1977 г.) и другие).

Всего А.М. Половко было написано более 150 научных трудов, основные из которых приведены в приложении 1.

В ВКА имени А.Ф. Можайского глубоко чтят память талантливого ученого. Вспоминают его коллеги и как принципиального ученого, и как замечательного оратора и душевного исполнителя украинских и неаполитанских песен, и как прекрасного игрока в шахматы, и как надежного товарища. Стоит отметить, что Анатолий Михайлович никогда не злоупотреблял своим авторитетом учителя и начальника – никогда не выступал в соавторах в научных трудах, в которых лично не принимал участия. С учениками всегда был принципиален и доброжелателен.

Анатолий Михайлович всегда поддерживал тесные связи с кафедрой ЭВТ и факультетом, участвовал в качестве эксперта в аккредитации и лицензировании специальности кафедры, помогал в трудную минуту и приходил в минуты радости. Одними из таких событий стали регулярно проводимые юбилеи кафедры ЭВТ, где Анатолий Михайлович неизменно выступал в роли главного оратора и тамады. На 40-летию кафедры в 1998 г. впервые за время существования кафедры удалось собрать бывших коллег, ветеранов кафедры, единомышленников разных поколений и поговорить о перспективах развития кафедры, включая направления развития теории надежности. Незабываемым был и 45-летний юбилей кафедры в 2003 г., когда удалось собрать практически всех начальников кафедры с момента ее основания (кроме безвременно ушедшего П.А. Чукреева) – Юрия Ивановича Беззубова, Анатолия Михайловича Половко, Владимира Александровича Смагина, Владимира Николаевича Кустова, Владимира Анатольевича Буршанова и Георгия Вальтеровича Кремеза. А.М. Половко как всегда мастерски вел вечер, зажигательно рассказывал о славной истории кафедры и факультета, вызывал на научные дискуссии своих коллег, активно участвовал в вокальных импровизациях.

Анатолий Михайлович ушел из жизни в возрасте 85 лет 17 апреля 2007 года. Похоронен в Санкт-Петербурге на Серафимовском кладбище.

### Заключение

Научное наследие А.М. Половко поистине велико: основополагающие научные результаты в области теории и практики расчета надежности сложных систем, включая технические системы, информационные системы, программное обеспечение, резервированные и нерезервированные, восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы. Как справедливо отмечал В.А. Смагин: «Анатолий Михайлович Половко – основоположник научной школы теории резервирования, ее применения в системах управления ракет и космических аппаратов».

Научная школа надежности А.М. Половко развивается в трудах его учеников. Методы теории надежности тесно интегрируются с методами теории

живучести, теории очередей, теории защиты информации, теории эффективности, теории устойчивости и находят применение при обосновании современных образцов вооружения и военной техники.

Благодаря скрупулезной работе по сохранению памяти об Учителе с помощью обработки архивных материалов и использования современных интернет-технологий, несмотря на ряд пробелов в биографии, удалось донести до всего мира жизненный путь и заслуги выдающегося ученого. В 2015 г. автором впервые была создана и опубликована страница в Википедии об А.М. Половко [17]. С тех пор информационное пространство Интернета стало подпитываться со страницы биографической информацией и ссылками о жизненном пути Анатолия Михайловича. Случались и курьезы – по ошибке некоторые ссылались на сайт «Память народа», где есть полный тезка Анатолия Михайловича, тоже из Ични, на 3 года младше. В общем, и задача составления биографии сама стала (в духе Анатолия Михайловича) математической задачей оценивания надежности информации в условиях неполных и противоречивых исходных данных.

Автор будет признателен за любые дополнения и уточнения к изложенному материалу.

Завершить статью хочется словами сотрудников РКК «Энергия» И.Н. Серогодского и В.В. Хрусталева, сказанными в беседе с учеником Анатолия Михайловича Н.К. Зайнашевым: «В том, что наш «Союз» столь долго и успешно летает на орбите, заслуга школы Половко» [18].

## Приложение 1.

### Библиография основных работ А.М. Половко

1. Половко А. М. Руководство к лабораторным работам по курсу: «Эксплуатация и техническое обслуживание специального оборудования самолетов»: Часть 3. – Л.: ЛКВВИА, 1957. – 92 с.
2. Половко А. М., Чукреев П. А. Об ускоренном испытании надежности электроэлементов технических систем // Известия АН СССР. ОТН. Энергетика и автоматика. – 1959. – № 2.
3. Маликов И. М., Половко А. М., Романов Н. А., Чукреев П. А. Основы теории и расчета надежности. – Л.: Судпромгиз, 1959. – 95 с.
4. Маликов И. М., Половко А. М., Романов Н. А., Чукреев П. А. Основы теории и расчета надежности. Изд. 2-е, доп. – Л.: Судпромгиз, 1960. – 144 с.
5. Половко А. М. О расчете надежности сложных автоматических систем // Известия АН СССР. ОТН. Энергетика и автоматика. 1960. №5.
6. Половко А. М., Новиков И. Е. О резервировании с дробной кратностью // Известия АН СССР. ОТН. Энергетика и автоматика. 1961. №3.
7. Кочетков В. Т., Половко А. М., Пономарев В. М. Теория систем телеуправления и самонаведения ракет. – М.: Наука, 1964. – 536 с.
8. Половко А. М. Основы теории надежности. – М.: Наука, 1964. – 446 с.
9. А.с. 206918 СССР, МПК G01R 31/30, G06G 7/48. Устройство для исследования надежности функционирования систем / И. В. Вазингер,

М. А. Комаров, А. М. Половко, А. Н. Свердлик (СССР). – № 1066562/26–24; заявл. 02.04.66; опубл. 08.12.67, Бюл. № 1. – 3 с.

10. Маликов И. М., Половко А. М. Количественные характеристики надежности. – Л.: Ленингр. организация об-ва «Знание» РСФСР. Ленингр. дом науч.-техн. пропаганды, 1968. – 39 с.

11. Polovko A. M. Fundamentals of Reliability Theory // Translated by Scripta Technica, Inc. Translation Edited by William H. Pierce. – New York : Academic Press, 1968. – 459 p.

12. Половко А. М., Гурович Б. Н. Метод расчета надежности резервированных восстанавливаемых устройств // Известия Академии наук СССР. Техническая кибернетика. 1971. №4. С. 78-83.

13. Половко А. М., Маликов И. М., Жигарев А. Н., Зарудный В. И. Сборник задач по теории надежности / Под ред. А. М. Половко и И. М. Маликова. – М.: Советское радио, 1972. – 408 с.

14. Панфилов И. В., Половко А. М. Вычислительные системы / Под ред. А.М. Половко. – М. Сов. радио, 1980. – 304 с.

15. Половко А. М., Гиндин С. И., Новоселов А. И. Надежность программного обеспечения специализированных цифровых вычислительных комплексов. – М.: ЦНИИ Румб, 1988. – 80 с.

16. Половко А. М. Принципы построения абсолютно надежных технических устройств. – Л.: Ленингр. Дом науч.-техн. пропаганды, 1990. – 22 с.

17. Половко А. М., Гуров С. В. Надежность технических систем и техногенный риск. – СПб.: Об-во "Знание", 1998. – 119 с.

18. Половко А. М., Панфилов И. В. Информатика: Методы и средства информатики: Учеб. пособие. – СПб.: СПбЛТА, 2001. – 94 с.

19. Половко А. М. Компьютерные методы оценки знаний обучаемых // Труды Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. Актуальные проблемы развития высшей школы. – СПб.: СПбГЛТА, 2003. – С. 195-200.

20. Половко А. М. Компьютерные технологии оценки знаний методами тестирования // Информационные технологии. 2004. № 8. С. 46-51.

21. Половко А. М. Анализ надежности сложных технических систем по данным их эксплуатации. Надежность самолета ТУ-154 М. Показатели надежности сложной системы // Надежность. 2004. №4 (23). С. 54–62.

22. Половко А. М., Бутусов П. Н. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 320 с.

23. Половко А. М., Бутусов П. Н. MATLAB для студента. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 317 с.

24. Половко А. М. Математическая система Derive для студента. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 335 с.

25. Половко А. М., Ганичев И. В. Mathcad для студента. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 328 с.

26. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.

27. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. Практикум. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 560 с.

28. Половко А. М. Mathematica для студента. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 368 с.

### Литература

1. Герои войны. Половко Анатолий Михайлович // Память народа [Электронный ресурс]. – URL: <https://pamyat-naroda.ru/heroes/person-hero92057924> (дата обращения: 07.11.2021).

2. Гончаренко В. А. Факультет систем управления ракетно-космических комплексов и информационно-технического обеспечения Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского (1941-2021): исторический очерк. – СПб.: Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, 2021. – 288 с.

3. Кафедра автономных систем управления. Краткий исторический очерк. 1949-2009. – СПб.: Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, 2009. – 152 с.

4. Малогабаритная радиоаппаратура: Вопросы конструирования, производства и эксплуатации: Сборник переводов статей из иностр. периодич. литературы / Под ред. чл.-кор. АН СССР В. И. Сифорова. – М.: Изд-во иностр. лит., 1954. – 372 с.

5. Сифоров В. И. О методах расчета надежности работы систем, содержащих большое число элементов // Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук. 1954. №6. С. 3-12.

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

7. Воспоминания о Евгении Павловиче Попове. К 90-летию со дня рождения. – СПб.: Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, 2004. – 92 с.

8. Щерба А. Н., Никулин Ю. А., Гуторович О. В., Лапатин В. А., Конорев В. В., Попова В. В., Шабельник Н. В., Белянкина В. Ю. Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского: история научно-исследовательской и конструкторской деятельности. – СПб.: Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, 2020. – 316 с.

9. Попов Е. П. Воспоминания. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1996. – 328 с.

10. Маликов И. М., Половко А. М., Романов Н. А., Чукреев П. А. Основы теории и расчета надежности. – Л.: Судпромгиз, 1959. – 95 с.

11. Половко А. М. Основы теории надежности. – М.: Наука, 1964. – 446 с.

12. Polovko A. M. Fundamentals of reliability theory. – New York: Academic Press, 1968. – 459 p.

13. Брякалов Г. А., Гончаренко В. А., Кремез Г. В., Молчанов О. Е. Кафедра электронной вычислительной техники. Исторический очерк к 50-летию основания кафедры. – СПб.: Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, 2008. – 60 с.

14. Смолицкий Х. Л., Чукреев П. А. К вопросу об оптимальном резервировании аппаратуры // Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук. Энергетика и автоматика. 1959. №4. С.79-85.

15. История отечественной электронной вычислительной техники. 2-е изд. / под ред. С. В. Хохлова. – М.: Столичная энциклопедия, 2017. – 680 с.

16. Половко А. М. Mathematica для студента. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 368 с.

17. Половко, Анатолий Михайлович // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. 07.11.2021. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Половко,\\_Анатолий\\_Михайлович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Половко,_Анатолий_Михайлович) (дата обращения: 07.11.2021).

18. Шестаков И. Как стать учёным // Проза.ру [Электронный ресурс]. 2013. – URL: <https://proza.ru/2013/05/08/63> (дата обращения: 07.11.2021).

### References

1. Geroi vojny. Polovko Anatolij Mihajlovich [Heroes of war. Polovko Anatoly Mikhailovich]. *Pamyat naroda* [Memory of the people]. Available at: <https://pamyat-naroda.ru/heroes/person-hero92057924> (accessed 11 July 2021) (in Russian).

2. Goncharenko V. A. *Fakul'tet sistem upravleniya raketno-kosmicheskikh kompleksov i informacionno-tehnicheskogo obespecheniya VoЕННО-kosmicheskoy akademii im. A.F.Mozhayskogo (1941-2021): istoricheskij ocherk* [Faculty of Control Systems for Rocket and Space Complexes and Information and Technical Support of the Mozhaisky Military Space Academy (1941-2021): historical essay]. Saint-Petersburg, Mozhaisky Military Space Academy Publ., 2021. 288 p. (in Russian).

3. *Kafedra avtonomnyh sistem upravleniya. Kratkij istoricheskij ocherk. 1949-2009* [Department of autonomous control systems. Brief historical outline. 1949-2009]. Saint-Petersburg, Mozhaisky Military Space Academy Publ., 2009. 152 p. (in Russian).

4. Siforov V. I. (Ed.). *Malogabaritnaya radioapparatura: Voprosy konstruirovaniya, proizvodstva i ekspluatatsii: Sbornik perevodov statej iz inostr. periodich. literatury* [Small-sized radio equipment: Issues of design, production and operation: A collection of translations of articles from foreign periodical literature]. Moscow, Publishing House of Foreign literature, 1954. 372 p. (in Russian).

5. Siforov V. I. O metodah raschyota nadyozhnosti raboty sistem, sodержashchih bol'shoe chislo elementov [On methods for calculating the reliability of the operation of systems containing a large number of elements]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR. Otdelenie tekhnicheskikh nauk*, 1954, no. 6, pp. 3-12 (in Russian).

6. Ushakov I. A. Where did reliability come from in Russia. *Methods of Quality Management*, 2009, no. 1, pp. 10-13 (in Russian).

7. *Vospominaniya o Evgenii Pavloviche Popove. K 90-letiyu so dnya rozhdeniya* [Memories of Evgeny Pavlovich Popov. To the 90th Anniversary of the Birth]. Saint-Petersburg, Mozhaisky Military Space Academy Publ., 2004. 92 p. (in Russian).

8. Shcherba A. N., Nikulin Yu. A., Gutorovich O. V., Lapatin V. A., Konorev V. V., Popova V. V., Shabel'nik N. V., Belyankina V. Yu. *Voennokosmicheskaya akademiya imeni A.F. Mozhajskogo: Istoriya nauchno-issledovatel'skoj i konstruktorskoj deyatel'nosti* [Mozhaisky Military Space Academy: History of research and design activities]. Saint-Petersburg, Mozhaisky Military Space Academy Publ., 2020. 316 p. (in Russian).
9. Popov E. P. *Vospominaniya* [Memories]. Moscow, Bauman Moscow State Technical University Publ., 1996. 328 p. (in Russian).
10. Malikov I. M., Polovko A. M., Romanov N. A., Chukreev P. A. *Osnovy teorii i rascheta nadezhnosti* [Fundamentals of the Theory and Calculation of Reliability]. Leningrad, Sudpromgiz Publ., 1959. 95 p. (in Russia).
11. Polovko A. M. *Osnovy teorii nadezhnosti* [Fundamentals of Reliability Theory], Moscow, Nauka Publ., 1964. 446 p. (in Russian).
12. Polovko A. M. *Fundamentals of Reliability Theory*. New York, Academic Press, 1968. 459 p.
13. Bryakalov G. A., Goncharenko V. A., Kremez G. V., Molchanov O. E. *Kafedra elektronnoj vychislitel'noj tekhniki. Istoricheskij ocherk k 50-letiyu osnovaniya kafedry* [Department of Electronic Computer Engineering. Historical essay on the 50th anniversary of the founding of the department]. Saint-Petersburg, Mozhaisky Military Space Academy Publ., 2008. 60 p. (in Russian).
14. Smolitsky Kh. L., Chukreev P. A. К вопросу об оптимальной резервировании аппаратуры [On the issue of optimal redundancy of equipment]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR. Otdelenie tekhnicheskikh nauk. Energetika i avtomatika*, 1959, no. 4, pp. 79-85 (in Russian).
15. *Istoriya otechestvennoj elektronnoj vychislitel'noj tekhniki. 2-e izd. Pod red. S. V. Hohlova* [History of Domestic Electronic Computer Engineering. 2nd ed. Edited by S. V. Hohlov]. Moscow, Stolichnaya Encyclopedia Publishing House, 2017, 680 p. (in Russian).
16. Polovko A. M. *Mathematica dlya studenta* [Mathematica for the student]. Saint-Petersburg, BHV-Petersburg, 2007. 368 p. (in Russian).
17. Polovko, Anatolij Mihajlovich [Polovko, Anatoly Mikhailovich]. *Wikipedia Russia*. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Половко,\\_Анатолий\\_Михайлович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Половко,_Анатолий_Михайлович) (accessed 07 November 2021) (in Russian).
18. Shestakov I. Как стать ученым [How to become a scientist]. *Proza.ru*, 2013. Available at: <https://proza.ru/2013/05/08/63> (accessed 07 November 2021) (in Russian).

Статья поступила 05 апреля 2022 г.

### Информация об авторе

Гончаренко Владимир Анатольевич – кандидат технических наук, доцент. Доцент кафедры информационных и вычислительных систем. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. Преподаватель кафедры информационно-вычислительных систем и сетей. Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского. Область научных интере-

сов: теория случайных процессов, теория очередей, математическое моделирование, надежность и устойчивость сложных систем, теория автоматов, история науки. E-mail: vlango@mail.ru

Адрес: 197198, Россия, г. Санкт-Петербург, Ждановская ул., д. 13.

---

## Anatoly Mikhailovich Polovko: at the Origins of Reliability Theory. To the 100th Anniversary of the Birth

V. A. Goncharenko

**Relevance.** November 2021 marked the 100th anniversary of the birth of the famous Soviet and Russian scientist Anatoly Mikhailovich Polovko. In this regard, it is useful to comprehend what he has done for science and to assess the impact of what he has done on science and society. **The purpose** of the article is based on the example of the results of the versatile activities of A.M. Polovko to form in young scientists' minds an understanding of the fundamental processes of evolutionary and revolutionary approaches to the formation of new scientific knowledge, the laws of the development of science. **Method.** To achieve this goal such methods are used: 1) study of the scientist's works from primary sources and scientific and historical literature, 2) study of the scientist's biography from the memoirs of contemporaries and scientific and biographical literature, 3) comparison of the scientist's works with the works of other scientists in this field. **Novelty.** The article recreates for the first time the history of scientific and pedagogical activity of a prominent scientist and teacher A.M. Polovko, describes his results in the field of reliability theory and achievements in pedagogy. **Result.** To achieve the purpose of the article, domestic and foreign literature on reliability theory and science history was used, including the works of A.M. Polovko, the memoirs of his colleagues and students. The article describes the meaning of the scientific results of A.M. Polovko, the possibility of their use in technology. The scientific biography of the scientist has been recreated. His features as a person, scientist and teacher are described. **Practical significance.** The work will be useful for young scientists studying the methodology of scientific research, as well as specialists interested in the history of the origin and development of reliability theory.

**Keywords:** A.M. Polovko, tracking systems, reliability theory, reliability calculation, absolutely reliable systems, topological methods, scientific school of reliability, symbolic mathematics, Leningrad, Ichnya.

### Information about Author

Vladimir Anatolyevich Goncharenko – Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor. Associate Professor at the Department of Information and Computing Systems. Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. Lecturer of the Department of Information-Computing Systems and Networks. Mozhaisky Military Space Academy. Research interests: theory of random processes, queue theory, mathematical modeling, reliability and stability of complex systems, automata theory, history of science. E-mail: vlango@mail.ru

Address: Russia, 197198, Saint Petersburg, Zhdanovskaya str., 13.