

УДК 929

К 100-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА АЛЕКСАНДРА АРКАДЬЕВИЧА КРАСОВСКОГО

© 2021 г. В. Н. Буков

АО Бортвые аэронавигационные системы, Москва, Россия

e-mail: v_bukov@mail.ru

Поступила в редакцию 02.04.2020 г.

После доработки 06.01.2021 г.

Принята к публикации 25.01.2021 г.

Герою Социалистического Труда, лауреату двух Государственных премий, доктору технических наук, профессору, академику А.А. Красовскому 10 апреля 2021 г. исполнилось бы 100 лет. Всю свою трудовую деятельность он посвятил научно-педагогической деятельности в стенах Военно-воздушной инженерной академии им. проф. Н.Е. Жуковского, руководил созданной им кафедрой, получившей широкую известность среди отечественных и зарубежных специалистов в области авиационной автоматики. А.А. Красовским были подготовлены 11 докторов и 105 кандидатов технических наук, написаны выдающиеся учебники и широко известные монографии, получившие популярность в научных и инженерных кругах соответствующего профиля. Его жизнь целиком была отдана развитию авиации и укреплению отечественного оборонного потенциала.

DOI: 10.31857/S0002338821030045



Введение. Научная деятельность Александра Аркадьевича Красовского началась с первой статьи “О вязкости электронного газа”, написанной на третьем курсе физико-математического факультета Уральского государственного университета им. М. Горького и опубликованной во все-союзном журнале “Экспериментальная и техническая физика”. В начале Великой Отечественной войны А.А. Красовский в числе сильных студентов был приглашен для обучения в эвакуированную к тому времени в г. Свердловск Военно-воздушную инженерную академию

им. проф. Н.Е. Жуковского. Вся последующая полная творчества жизнь А.А. Красовского была связана именно с этой академией [1].

После успешной защиты в 1952 г. докторской диссертации в области принципов построения, теории проектирования одноканальных систем измерения и управления во вращающейся системе координат А.А. Красовскому предложили возглавить вновь созданную кафедру “Основы автоматизации и телемеханики”. Заместителем был назначен Г.С. Поспелов. Позже они поменялись подчиненностью, когда Гермоген Сергеевич стал начальником факультета, но главное, что эти два необыкновенно талантливых человека оставались друзьями и соратниками всю жизнь.

Среди 29 научных школ академии на сайте¹ Ассоциации выпускников и сотрудников ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского указаны:

Теория и системы управления, навигации и наведения летательных аппаратов (ЛА), основатель А.А. Красовский,

Автоматизированные информационные и управляющие системы, основатели А.А. Красовский и Г.С. Поспелов.

При более внимательном анализе проделанной работы и достигнутых результатов кафедры (№ 36 с 1953 по 1966 гг. и № 37 с 1966 по 2012 гг.), созданной Александром Аркадьевичем, долгие годы руководимой им и продолжающей его дело, можно выделить следующие укрупненные научные направления.

1. Одноканальные системы измерения и управления (с 1952 г.). Основа нового направления систем вооружения с абсолютным приоритетом А.А. Красовского сформулирована в его докторской диссертации. Суть одноканального управления сводится к тому, что у вращающейся вокруг продольной оси ракеты (или головки самонаведения) амплитуда и фаза квазигармонических колебаний одноканального исполнительного устройства создают двумерный вектор управляющего момента в экваториальной плоскости объекта. Применительно к системам наведения беспилотных ЛА использование нового принципа управления означает переход от классической схемы трех каналов (рыскание, тангаж, крен) к одноканальной системе, что позволяет в лучшую сторону изменить основные характеристики ЛА [2].

Для расширения научно-прикладных исследований этого направления было создано в 1965 г. первое в академии межведомственное (Коломенское КБ Машиностроения и Раменское приборостроительное КБ) подразделение – Проблемная лаборатория со штатом 16 единиц, преобразованная в 1975 г. в научно-исследовательскую лабораторию спец-систем автоматического управления ЛА со штатом 30 единиц.

В 1976 г. за создание прикладной теории одноканальных систем управления и измерения А.А. Красовский и его ученики Ю.А. Вавилов, А.И. Сучков и Е.А. Румянцев были удостоены Государственной премии СССР в области науки.

2. Автоматика управляемых снарядов (с 1953 г.). На кафедре были развернуты научные разработки по управлению боевыми частями баллистических ракет [3], однако в 1970-е годы они вместе с соответствующими учебными дисциплинами были переданы в ВИА им. Ф.Э. Дзержинского для проведения конкретных проработок и практических приложений.

По результатам исследований защитили 3 кандидатские диссертации.

3. Управление в человеко-машинных системах (с 1953 г.). Исследования проводились под руководством и при непосредственном участии будущего академика Г.С. Поспелова и были связаны с автоматизацией пилотирования самолетов. Вместе с другими сотрудниками кафедры были сформулированы принципы и отработаны основные технические решения так называемого директорного управления, в значительной степени упрощающего управление самолетом в сложной обстановке.

Позже это направление возродилось на кафедре в другом составе исполнителей. Основное внимание уделялось концепции комплексной оптимизации человеко-машинных систем [4]. Среди решенных частных задач можно отметить использование аппарата нейронных сетей для решения задач поддержки принятия решения и оптимального распределения функций на этапе боевой навигации одноместного вертолета.

4. Автоматизация траекторного управления (с 1954 г.). Под руководством Г.С. Поспелова на базе авиационного полка академии (да, существовал такой!) осуществлялась практическая отработка созданных на кафедре систем управления захода самолета на посадку и собственно посад-

¹ <https://nasledie-vvia.ru/nc/nauchnye-shkoly/>

ки (вплоть до приземления). Было положено начало автоматизации процесса захода на посадку всех типов отечественных самолетов Военно-воздушных сил и гражданской авиации.

Примечательная цитата Гермогена Сергеевича: “Я обратил внимание на слишком медленное сближение с глиссадой планирования. И здесь хотел бы отметить интуицию моего начальника кафедры А.А. Красовского. Он мне сказал: “А возьмите еще интеграл отклонения от глиссады”. Мы это сделали, и все стало на свои места” [1].

5. Общая теория систем (с 1954 г.). Во второй половине 1950-х годов А.А. Красовский, Г.С. Поспелов и докторант К.К. Беля вели исследования в области методов, как сейчас принято называть, теории систем. В частности, были разработаны новые методы интегральных оценок, линеаризации динамических систем и интегрирования линейных дифференциальных уравнений без решения характеристических уравнений на основе степенных рядов. Предложены инварианты фундаментальной матрицы, позволяющие решать ряд задач теории матриц. Исследованы вопросы задач теории инвариантности, в частности, инвариантность динамических процессов автоматических систем относительно переменных параметров объекта и нелинейных характеристик.

Материалы исследований вошли сначала в учебник [5], а затем и в широко известную монографию [6].

6. Автоматизация управления воздушным движением (с 1957 г.). Во второй половине 1950-х годов сотрудниками кафедры под руководством Г.С. Поспелова был выполнен большой объем исследований в области автоматизации управления воздушным движением [7]. Результаты этих исследований легли в основу дальнейших разработок специальных организаций в этой предметной области.

7. Авиационная пассивная теплорадиометрия (с 1957 г.). В июне 1957 г. А.А. Красовский опубликовал в специальном журнале статью с теоретическим обоснованием возможности получения изображения земной поверхности с помощью сверхвысокочастотного радиометра 3-сантиметрового диапазона волн, установленного на самолете. В 1965 и 1966 гг. к экспериментам по теплорадиометрии (ТРМ) присоединились НИИ-20 и Всесоюзный НИИ гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО) Министерства геологии. Были получены результаты по картографированию пластов вечной мерзлоты и замерзших водоемов.

В конце 1970-х—начале 1980-х годов в некоторых конструкторских бюро с участием сотрудников кафедры стали разворачиваться работы по созданию конкретных пассивных теплорадиометрических координаторов целей [8].

8. Системы автоматического управления пилотируемых ЛА (с 1958 г.). С этим направлением был связан широкий круг исследований, конкретная тематика которых изменялась в соответствии с актуальными требованиями авиационной промышленности и войсковых частей. По инициативе Г.С. Поспелова был приобретен мощный динамический стенд М-4 для полунатурного моделирования динамики полета самолета с использованием реальных пилотажно-навигационных приборов. Работы проводились с использованием передовой аналоговой, а затем цифровой вычислительной техники. На основе получаемых результатов ставились учебные курсы, издавались учебники и монографии [9, 10].

Позже кафедра присоединилась к проводимым в академии исследованиям по аэроавтотупругости ЛА. Была обоснована концепция активного парирования аэроупругих колебаний различных элементов конструкции транспортного самолета на основе сочетания методов параметрической идентификации линейных динамических моделей и аналитического конструирования оптимальных регуляторов.

9. Корреляционно-экстремальные навигационные системы (с 1961 г.). Вторым² неоспоримым приоритетом А.А. Красовского явился предложенный им принцип так называемой корреляционно-экстремальной навигации по геофизическим полям Земли. Сотрудники кафедры создавали теорию [11], изготавливали макеты и участвовали в летных экспериментах (аэродром Летно-испытательного института). Ученики шефа, как его называли за глаза сотрудники кафедры, успешно защищали докторские и кандидатские диссертации.

В 1993 г. группа сотрудников в составе А.А. Красовского, И.Н. Белоглазова, Г.П. Чигина и Г.И. Джанджавы была удостоена Государственной премии РФ.

10. Адаптивное оптимальное управление динамическими системами (с 1959 г.). Основные принципы высказывались в работах А.А. Красовского [12, 13] и сотрудника кафедры В.Н. Варыгина в

² См. разд. 1.

начале 1960-х годов (в то время преобладал термин “самонастраивающиеся системы”), однако широкие систематические исследования в этом направлении начались позже с публикаций А.А. Красовского и В.Н. Букова [14–16].

11. Оптимальное управление динамическими системами (с 1968 г.). А.А. Красовский предложил при постановке задачи оптимального управления динамическим объектом осуществлять компромисс между формализацией требований к управляемому процессу и трудоемкостью получения решения. Соответствующий функционал вначале получил название критерия обобщенной работы [17], а в более поздних трудах А.А. Красовского и его учеников стал именоваться функционалом обобщенной работы (ФОР) [18]. Но наиболее плодотворной для решения задач оптимального управления явилась идея использования так называемой “прогнозирующей модели” для решения задачи синтеза оптимального управления по методу аналитического конструирования (по ФОР).

Большое внимание уделялось решению практических задач, спектр которых включает управление движением маневренного самолета на типовых и на критических режимах, управление отдельными агрегатами и системами самолета, управление различными технологическими процессами и энергетическими системами.

12. Авиационные тренажеры и компьютерные технологии обучения (с 1979 г.). А.А. Красовский организовал проведение исследований в области авиационного тренажеростроения сразу по нескольким направлениям [19]:

создание унифицированных алгоритмических, программных и аппаратных модулей обеспечивающих информационных систем с высокой степенью совместимости;

создание всего комплекса технических средств обучения (ТСО) как единой гаммы технических средств, систем, сценариев и программ на базе унифицированных модулей;

переход на распределенную архитектуру вычислительных систем на базе микроэлектронных вычислительных машин (микро-ЭВМ) и центральных мини-ЭВМ в ТСО старшего уровня;

разработка программных модулей для ТСО и специализированных тренажеров одновременно с созданием каждого нового изделия или системы, выполняемая разработчиком этого изделия или системы.

Для проведения масштабных исследований по данному направлению и направлению разд. 3 в 1993 г. к кафедре был прикомандирован сектор от ФГУП “НИИАО” со штатом 10 единиц.

13. Интегрированные комплексы бортового оборудования (с 1987 г.). Стержнем интеграции бортовых систем и комплексов явились высказанные А.А. Красовским идеи по комплексной оптимизации сбора и обработки информации о полете ЛА, а также оптимизации управления как на отдельных этапах и режимах, так и для всего полета в целом [20]. Проводимые в этих рамках исследования охватывали проблемы предварительной подготовки полетного задания, разработки архитектур вычислительной среды, взаимодействия экипажа с техническими средствами управления полетом и представления информации, формирования и реализации концепции интеллектуальной поддержки экипажа [21, 22].

С целью расширения взаимодействия в 1980 г. к кафедре были прикомандированы сектор перспективных исследований ФГУП “ГосНИИАС” со штатом 9 единиц и лаборатория ПАО “МИЭА” со штатом 9 единиц. Научное руководство этих, как и других аналогичных подразделений при кафедре, осуществлял А.А. Красовский лично и через свое ближайшее окружение.

Начатые на кафедре исследования по бортовой цифровой картографии в интегрированных комплексах бортового оборудования были продолжены сотрудниками и выпускниками кафедры:

создание комплексов подготовки бортовых картографических данных,

разработка технологии бортового единого геоинформационного ресурса,

создание математического обеспечения вертолетной и самолетной систем предупреждения о близости земли,

разработка международных стандартов по системам предупреждения о близости земли в RTCA и по системам предупреждения о прогнозируемом выкатывании за пределы взлетно-посадочной полосы в EUROCAE.

14. Алгебраические методы в теории многосвязных систем. В 1989 г. по предложению А.А. Красовского началось углубленное изучение проблемы интеграции бортовых комплексов. Много-

гранные исследования и построение прикладной теории были сконцентрированы вокруг двух фундаментальных вопросов, ответы на которые не имеют мировых аналогов [23]:

1) какие и каким образом основные свойства интегрированной технической системы могут быть связаны с фундаментальными результатами алгебры,

2) что из себя представляет аналитический подход к интегрированию различных по назначению и принципам функционирования подсистем в единый комплекс с достижением общей для комплекса цели?

Направление продолжает развиваться и сегодня как “управление избыточностью технических систем”, в том числе и сотрудниками ВУНЦ ВВС “ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина” в г. Воронеж.

Заключение. Кафедра А.А. Красовского все неполные 60 лет своего существования отвечала высоким требованиям своего основателя и руководителя, воплощая в научные разработки и практические реализации его идеи и концепции, в том числе и после его безвременной кончины.

На кафедре подготовлены 32 доктора и 213 кандидата технических наук, получено около 500 авторских свидетельств (патентов), 10 сотрудников и выпускников кафедры удостоены Государственных премий СССР и РФ (двое дважды), сотрудниками кафедры получено девять высших Государственных наград.

Фундаментальные результаты всех основных научных направлений школы А.А. Красовского широко публиковались в зарубежных, общесоюзных, всероссийских, отраслевых издательствах и журналах, включались в учебники и использовались в учебном процессе подготовки специалистов различных уровней. Участие представителей научной школы в международных, всероссийских, региональных, межведомственных и ведомственных форумах специалистов по управлению и навигации, по теории систем в различных аспектах, включая руководство организацией и участие в работе оргкомитетов, было одной из устойчивых традиций соответствующей области отечественной науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бегичев Ю.И., Бронников А.М., Буков В.Н. и др.* 100 лет со дня основания Академии. Кафедра основ автоматики и телемеханики: сб. очерков / Под общ. ред. В.Н. Букова, А.И. Наумова и Д.Е. Таранцева. М.: ИД Академии Жуковского, 2020.
2. *Вавилов Ю.А., Красовский А.А., Румянцев Е.А., Сучков А.И.* Вопросы теории одноканальных систем управления вращающихся ракет. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1961.
3. *Поспелов Г.С., Доброленский Ю.П.* Автоматика управляемых снарядов: учебник для вузов. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1963.
4. *Эргатические интегрированные комплексы летательных аппаратов / Под ред. М.М. Сильвестрова.* М.: Филиал Воениздата, 2007.
5. *Красовский А.А., Поспелов Г.С.* Основы автоматики и технической кибернетики. М.: Изд. ВВИА им. проф. проф. Н.Е. Жуковского, 1961.
6. *Красовский А.А., Поспелов Г.С.* Основы автоматики и технической кибернетики. М.: Госэнергоиздат, 1962.
7. *Поспелов Г.С.* Автоматизация взлета, ближней навигации и посадки истребителей: учебное пособие. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1958.
8. *Федин В.Т.* Авиационная теплорадиометрия (неизлучающая теплорадиолокация). М.: Изд. ВУНЦ ВВС ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, 2009.
9. *Вавилов Ю.А., Кашин Г.Н., Козлов М.С.* Системы автоматического управления самолетами и ракетными комплексами. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1969.
10. *Красовский А.А., Вавилов Ю.А., Сучков А.И.* Системы автоматического управления летательных аппаратов. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1986.
11. *Белоглазов И.Н., Джанджгава Г.И., Чигин Г.П.* Основы навигации по геофизическим полям Земли. М.: Наука, 1985.
12. *Красовский А.А.* Основы автоматики. Ч. 2. Самонастраивающиеся системы: лекции. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1959.
13. *Красовский А.А.* Динамика непрерывных самонастраивающихся систем. М.: Наука, 1963.
14. *Красовский А.А.* Оптимальные алгоритмы в задаче идентификации с адаптивной моделью // *АиТ.* 1976. № 12. С. 75–82.
15. *Буков В.Н.* Адаптивные прогнозирующие системы управления полетом. М.: Наука, 1987.

16. *Красовский А.А.* Неклассическая оптимизация и адаптивное оптимальное управление // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. 1992. № 6. С. 3–17.
17. *Красовский А.А.* Системы автоматического управления полетом и их аналитическое конструирование. М.: Наука, 1973.
18. *Красовский А.А., Буков В.Н., Шендрик В.С.* Универсальные алгоритмы оптимального управления непрерывными процессами. М.: Наука, 1977.
19. *Красовский А.А.* Пилотажно-навигационные и комплексные тренажеры: материалы лекций. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1981.
20. *Красовский А.А.* Боевое применение и эффективность ПНК: материалы лекций. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1983.
21. *Буков В.Н., Горюнов С.В., Косьянчук В.В., Кулабухов В.С., Наумов А.И., Рябченко В.Н.* Основы интеграции систем авиационного оборудования: учебное пособие. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2007.
22. *Сельвесюк Н.И., Бронников А.М., Косьянчук В.В., Меркулов В.А., Наумов А.И.* Пилотажно-навигационные комплексы летательных аппаратов. Ч. 1. М.: Изд. ВУНЦ ВВС ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, 2011.
23. *Буков В.Н.* Вложение систем. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. Калуга: Изд-во Н.Ф. Бочкаревой, 2006.