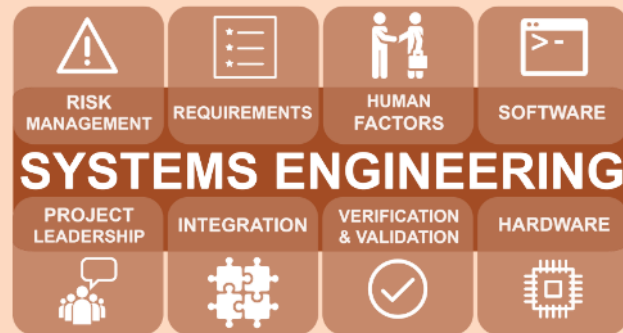


Системная инженерия



Евгений
Александрович
Мирошниченко
mir@tpu.ru



Евгений Александрович Мирошниченко

- Выпускник ТПУ
- 25+ лет работы в IT-индустрии (программист, проектировщик, специалист по базам данных, технический писатель, архитектор, аналитик)
- 25+ лет работы в ТПУ («Технологии программирования», «Проектирование информационных систем», «Системная инженерия», «Управление проектами»)

3 Образовательные ресурсы

- Fundamentals of Systems Engineering: MIT OpenCourseWare <https://ocw.mit.edu/courses/engineering-systems-division/esd-33-systems-engineering-summer-2010>
- Высшая инженерная школа Уральского Федерального университета <https://www.uralse.com>
- Курс «Системное мышление» <https://ru.coursera.org/learn/system-thinking>

4 Интернет-ресурсы

На английском языке:

- INCOSE (International Council on Systems Engineering)
<http://www.incose.org>
- The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK) <http://www.sebokwiki.org>

На русском языке:

- Systems Engineering Thinking Wiki
<http://sewiki.ru>
- Российское отделение INCOSE
<http://incose-ru.livejournal.com>
- А. И. Левенчук. Системноинженерное мышление
http://techinvestlab.ru/files/systems_engineering_thinking/systems_engineering_thinking_2015.pdf

5 Литература на русском языке

- Батоврин В. К. Толковый словарь по системной и программной инженерии. — М.: ДМК Пресс. — 2012 г. — 280 с. ISBN 978-5-94074-818-2
- Лоусон, Гарольд «Бад». Путешествие по системному ландшафту / Пер. с англ. В. Батоврин. — М.: ДМК Пресс. — 2013. ISBN 978-5-94074-923-3
- Косяков А., Свит У., Сеймур С., Бимер С. Системная инженерия. Принципы и практика / Пер. с англ. В. Батоврин. — М.: ДМК Пресс, 2014. — 636 с.
- Шамие К. Системная инженерия для «чайников»: ограниченная серия от IBM. — John Wiley & Sons, Inc., 2014. — 69 с.
- Мизгулин В. В. Системный инженер. Как начать карьеру в новом технологическом укладе. — Изд-во «Издательские решения». — 2017. — 178 с. ISBN 978-5-4485-4498-9
- Левенчук А. И. Системное мышление. Учебник. — Изд-во «Издательские решения». — 2018 г. — 398 с. ISBN 978-5-4490-4439-6

Сложность и гетерогенность современных систем

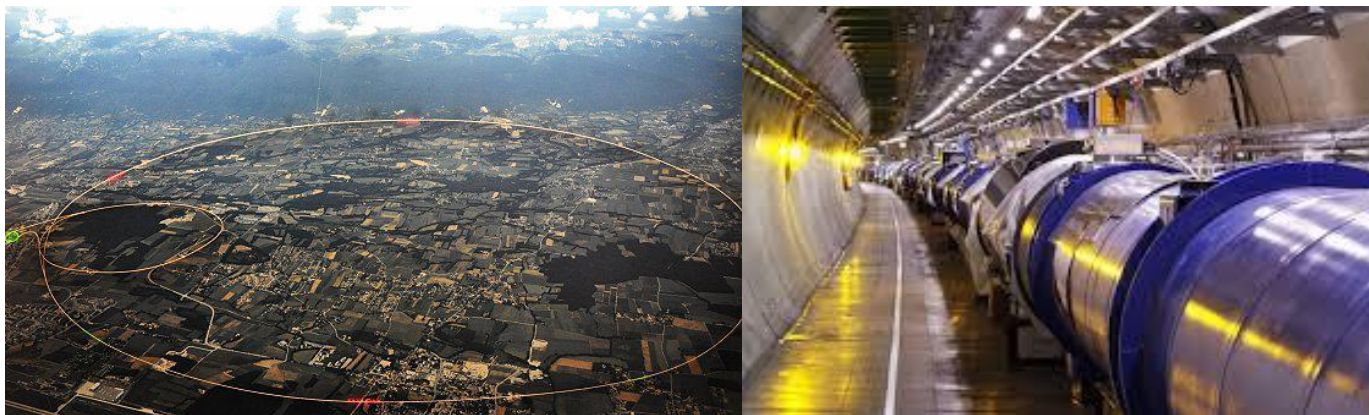
В гетерогенной системе соединяются множество подсистем различной природы, создаваемые инженерами различных специальностей, и ни одна из специальностей не является однозначно главной.



Буровая платформа «Троль А», вес — 660 тыс. т., высота — 472 м (172 м — над водой)

Большой адронный коллайдер:

> 10 тыс. учёных и инженеров из более чем 100 стран



Единый Европейский союз:

6 европейских государств, 50 лет

28 европейских государств, + 20 лет



Системная инженерия: что это?

- International Council on Systems Engineering, INCOSE

СИ — междисциплинарный подход и средства для обеспечения реализации успешных систем.

Системная инженерия нацелена на целостное и согласованное понимание потребностей заинтересованных сторон; исследование возможностей; документирование требований; синтез, верификацию, валидацию и развитие решений при рассмотрении задачи во всей полноте, от исследования замысла системы до её ликвидации.

- ISO/IEC/IEEE 24765:2010

СИ — междисциплинарный подход, определяющий полный набор технических и управленческих усилий, необходимых для преобразования совокупности потребностей и ожиданий клиента и имеющихся ограничений в решение и для поддержки этого решения на протяжении его жизни.

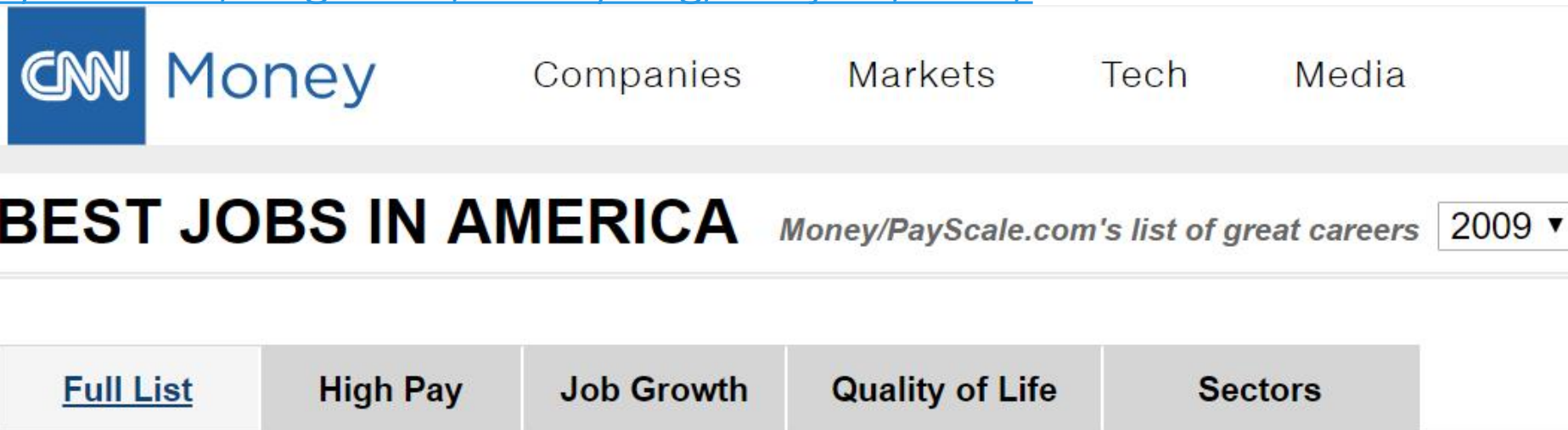
- Sage A.P.
... проектирование, производство и сопровождение заслуживающих доверия систем с учетом стоимостных и временных ограничений
- Д. Хитчинс, бывший президент INCOSE
... искусство и наука создания эффективных систем на основе целостного подхода к системе и принципам её жизни
- А. И. Левенчук, президент российского отделения INCOSE
... это про то, как создать что угодно (от зубочистки до марсохода) в соответствии с требованиями заказчика, и при этом соблюсти бюджет и сроки.
- Н. П. Бусленко, Большая советская энциклопедия, 1976
... научно-техническая дисциплина, охватывающая вопросы проектирования, создания, испытания и эксплуатации сложных систем (больших систем, систем большого масштаба, large scale systems)

Система **успешна** тогда и только тогда, когда с ее помощью добиваются успеха все ключевые стейкхолдеры (Д. Хитчинс).

Система будет **успешной** тогда и только тогда, когда в выигрыше окажутся все критически важные стейкхолдеры (Б. Боэм).

- Философия, мировоззрение
- Совокупность практик, процесс, метод
- Область деятельности

<https://money.cnn.com/magazines/moneymag/bestjobs/2009/>



CNN Money Companies Markets Tech Media

BEST JOBS IN AMERICA

Money/PayScale.com's list of great careers 2009 ▼

[Full List](#) High Pay Job Growth Quality of Life Sectors



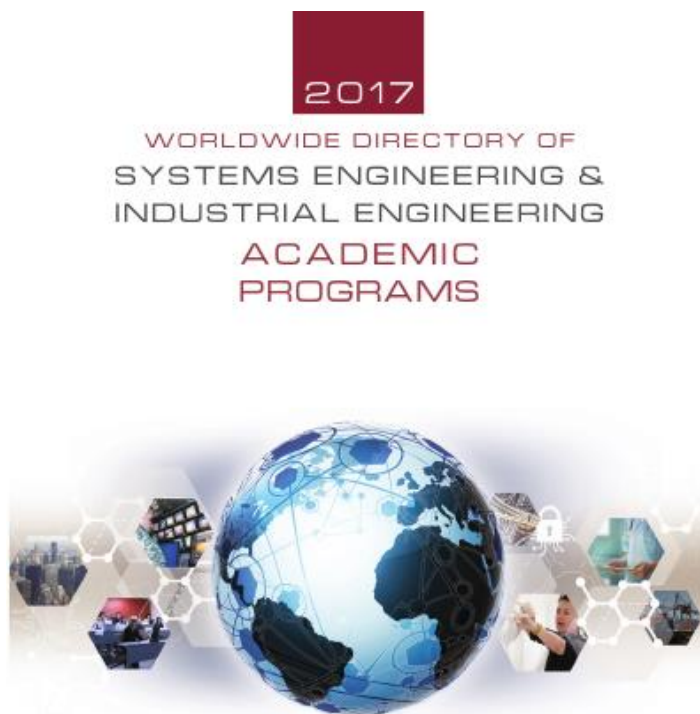
And the winners are...

Great pay and superior growth prospects. Work that's meaningful. Those are some of the qualities we looked for when selecting America's best jobs. [More](#)

1. Systems Engineer
2. Physician Assistant
3. College Professor
4. Nurse Practitioner
5. IT Project Manager
6. CPA
7. Physical Therapist
8. Network Security Consultant
9. Intelligence Analyst
10. Sales Director

• [See the top 100](#)

INCOSE: https://www.incose.org/docs/default-source/aboutse/se-academic-program-directory0231BA07E0A3.pdf?sfvrsn=a06bdc6_22



Ural Federal University

Higher School of Engineering
19 Mira Street, Ekaterinburg, Russia 620002

<http://urfu.ru/en/>

Viacheslav Mizgulin, Ph.D., Program Manager
Email: v.v.mizgulin@urfu.ru
Phone: +7-912-611-7883

Degrees Offered Bachelors in System Analysis and Management
Masters in System Analysis and Management

Yeditepe University

26 Augustos Yerlesimi
Faculty of Engineering
Inonu Mah. Kayisdagi Cad. 26 Augustos Yerlesimi Atasehir
Istanbul 34755, Turkey

<http://sy.e.yeditepe.edu.tr/english/>

Dilek Tüzün Aksu, Ph.D., Dean, Associate Professor and Chair
Industrial and Systems Engineering Department
Email: dtuzun@yeditepe.edu.tr
Phone: +90-216-578-1417

Degrees Offered B.S. in Industrial and Systems Engineering
M.S. in Systems Engineering
Ph.D. in Systems Engineering





Инженерия — область технической деятельности, направленная на практическое приложение и применение научных, экономических, социальных и практических знаний с целью обращения природных ресурсов на пользу человека (Encyclopædia Britannica)

Наука

Теория струн кратко:

У меня потрясающая идея.
Предположим, что вся материя
и энергия состоят из маленьких
вибрирующих "струн".

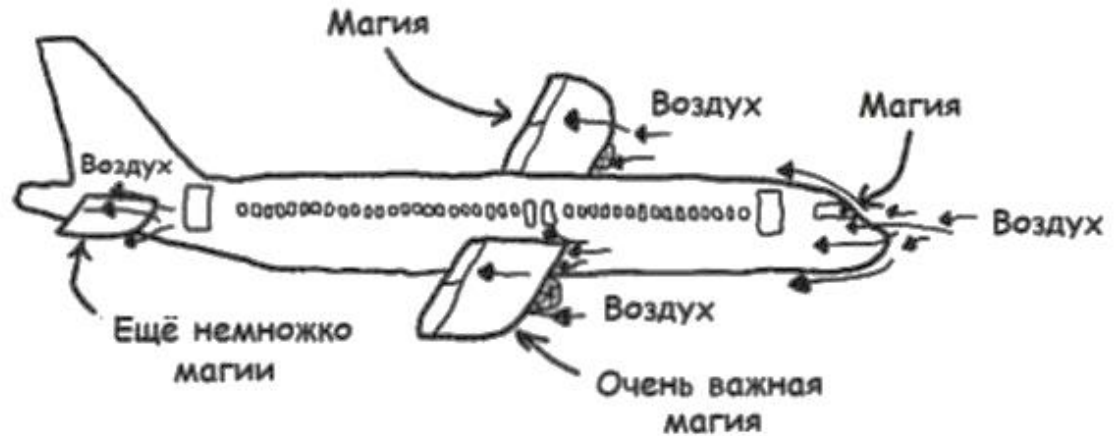
Хорошо. И что
из этого следует?

Не наю.



Инженерия

Как летает самолёт



Инжиниринг:

- «...сфера деятельности по проработке вопросов создания объектов промышленности, инфраструктуры и др., прежде всего в форме предоставления на коммерческой основе различных инженерно-консультационных услуг. К основным видам инжиниринга относятся услуги предпроектного, проектного, послепроектного характера, а также рекомендательные услуги по эксплуатации, управлению, реализации выпускаемой продукции».

Большой юридический словарь/ Под ред. А. Я. Сухарева. — 3-е изд., доп. и перераб. — М.: ИНФРА-М, 2007. — 858 с. — ISBN 978-5-16-002606-0.

- «...выполнение по контракту с заказчиком инженерно-консультационных услуг по подготовке, обеспечению процесса производства и реализации продукции, обслуживанию строительства и эксплуатации промышленных, инфраструктурных и прочих объектов»

Приказ Росстата от 26.12.2014 N 725 «Об утверждении Указаний по заполнению формы федерального статистического наблюдения N 1»

- Кибернетика
- Общая теория систем
- Системный анализ
- Системная динамика
- Теория решения изобретательских задач
- Исследование операций
- Проектный менеджмент
- Инженерный менеджмент
- Организационный менеджмент
- Системный менеджмент
- Операционный менеджмент
- Кейс-менеджмент

«Системные»

«Управленческие»

Деление очень условно!

Термин системотехника был предложен при переводе на русский язык книги Г. Х. Гуд, Р. Э. Макол «Системотехника. Введение в проектирование больших систем» (Harry H. Good, Robert E. Machol. System Engineering. An Introduction to the Design of Large-Scale Systems), изданной в США в 1957 году, а в СССР в 1962 году.

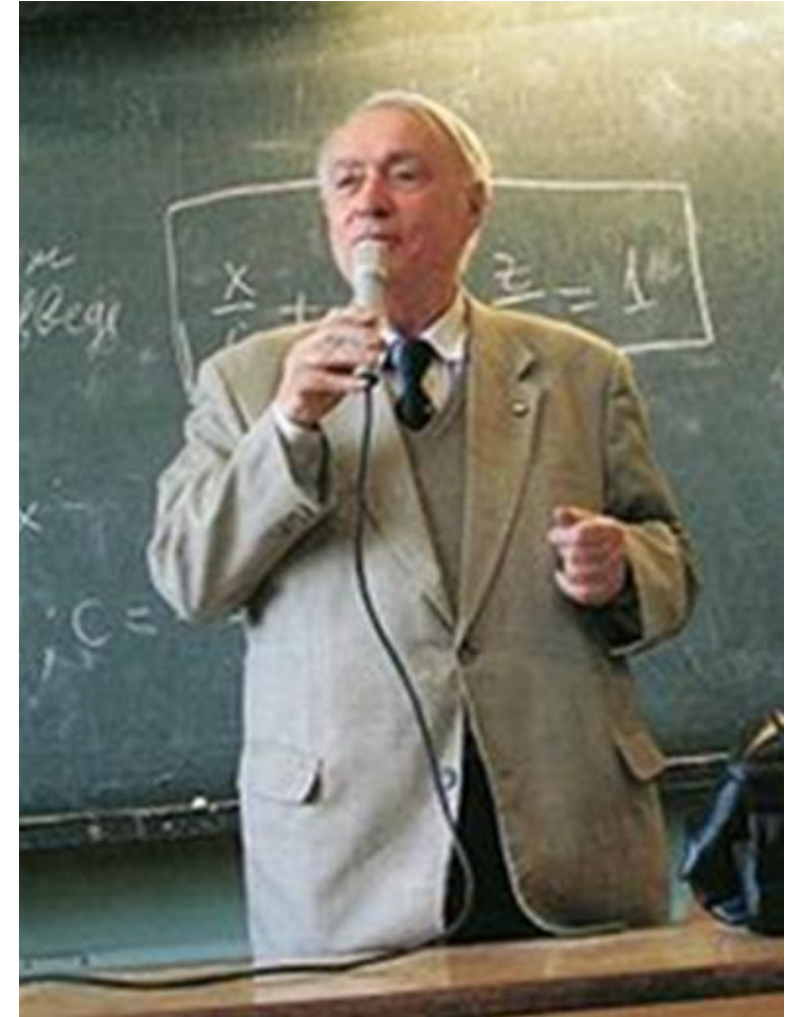
- *«Термин системотехника был введен Г. Н. Поваровым, редактором перевода на русский язык книги Г. Х. Гуда и Р. Э. Макола»* (Николаев В.И., Брук В. М. Системотехника. Методы и приложения. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985)
- *«Широкое распространение получил термин системотехника, предложенный в 1962 г. Ф. Е. Темниковым при переводе книги Г. Гуда и Р. Макола как эквивалент английского "System Engineering"»* (Волкова В.Н. Из истории теории систем и системного анализа. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001, 2004)
- *«Первоначально Ф. Е. Темников предлагал термин «системотехнология» по аналогии с «Суммой технологий» С. Лема»* (Прикладная информатика. 2007. № 1 (7). С. 98–107)

19 Гелий Николаевич Поваров

Гелий Николаевич Поваров (1928—2004) — русский математик, философ и историк науки, с 1967 года работал на кафедре кибернетики МИФИ (с 1994 г. — профессор кафедры), внес значительный вклад в развитие отечественной кибернетики и в философию науки.

Под редакцией Г. Н. Поварова вышли на русский язык классические книги:

- Н. Винер «Кибернетика или управление и связь в животном и машине» (1958 г.)
- Г. Х. Гуд, Р.Э. Макол «Системотехника. Введение в проектирование больших систем» (1962 г.)
- А. Д. Холл «Опыт методологии для системотехники» (1975 г.)



20 Фёдор Евгеньевич Темников

- Федор Евгеньевич Темников (1906—1993) — доктор технических наук, профессор, один из основателей российской школы информатики.
- В 1969 году в МЭИ Ф. Е. Темников организовал первую в стране кафедру системотехники, которую возглавлял с 1969 по 1972 гг.



- Школа Ф. Е. Темникова в Московском энергетическом институте. С 1980-х гг. развитие основных идей этой школы продолжается в Ленинградском политехническом институте (в СПб государственном политехническом университете) В. Н. Волковой и её учениками;
- школа Л. Т. Кузина, зав. кафедрой кибернетики Московского инженерно-физического института;
- школа Б. С. Флейшмана, развивавшего системологию в институте океанологии применительно к экологическим и техническим системам;
- школа Ю. И. Черняка в Центральном экономико-математическом институте, проводившего работы по применению системного анализа в экономике, по исследованию закономерностей целеобразования;
- школа С. А. Валугева в Московском экономико-статистическом институте, (в Государственной академии (университете) управления);
- школа Е. П. Голубкова в Московском институте народного хозяйства им. Плеханова;
- школа томских вузов (ТПИ/ТПУ, ТИАСУР/ТУСУР, ТГУ). Под руководством Ф. И. Перегудова при активном участии Ф. П. Тарасенко, В. З. Ямпольского, Л. В. Кочнева развивались методы системных исследований, разработана одна из первых методик системного анализа, основанная на философской концепции В. Н. Сагатовского; под ред. Ф. И. Перегудова выпущена одна из первых монографий по прикладному системному анализу «Основы системного подхода и их приложение к территориальным АСУ»; в настоящее время работы продолжаются А. М. Кориковым (ТУСУР);
- одесская школа, развиваемая лабораторией под руководством А. И. Уёмова;
- латвийская школа Л. А. Растригина, развивавшего системный анализ применительно к теории управления;
- школа прогнозирования при Ленинградском Доме научно-технической пропаганды (В. А. Чабровский);

- школа системного анализа НИИ проблем высшей школы (НИИ ВШ). Развивалась с 1974 г. применительно к управлению научными исследованиями по проблемам высшей школы под руководством В. Н. Волковой;
- школа концептуального метамоделирования в МИРЭА (В. В. Нечаев, ученик Ф. А. Темникова);
- школа «Системный анализ и принятие решений» в СПб. гос. университете аэрокосмического приборостроения (Е. И. Перовская);
- школа общей системологии в СПб. гос. электротехническом университете (Б. Ф. Фомин);
- школа «Системный анализ в информационных интеллектуальных технологиях» в МИРЭА (Л. С. Болотова);
- школа «Модели развития, изменения, сохранения организационных систем управления» в Международном университете в Москве;
- школы системного анализа в экономике: в Московском гос. университете экономики, статистики, информатики (А.А. Емельянов) (в Международном московском институте эконометрики, информатики, права); в СПб. гос. инженерно-эконометрической академии (университете) (И. М. Шистеров); в Ростовской гос. экономической академии (В. А. Долятовский и Г. Н. Хубаев); в Таганрогском радиотехническом университете;
- школа системного проектирования сложных технических комплексов в Северо-Западном заочном политехническом институте (И. Б. Арефьев);
- школа «Автоматизация и системные методы в проектировании» в Ульяновском техническом университете (А. Ф. Похилько, ученик А. А. Денисова);
- школа «Информационные технологии и организация управления» в Казанском ГТУ (Л. Ю. Емалетдинова);
- школа «Моделирование сложных систем» в Ижевском ГТУ (В. А. Тененев и Б. А. Якимович).

Системотехника, научно-техническая дисциплина, охватывающая вопросы проектирования, создания, испытания и эксплуатации сложных систем (больших систем, систем большого масштаба, large scale systems).

При разработке сложных систем возникают проблемы, относящиеся не только к свойствам их составных частей (элементов, подсистем), но также и к закономерностям функционирования объекта в целом (общесистемные проблемы); появляется широкий круг специфических задач, таких, как определение общей структуры системы, организация взаимодействия между подсистемами и элементами, учёт влияния внешней среды, выбор оптимальных режимов функционирования, оптимальное управление системой и т. д. По мере усложнения систем всё более значительное место отводится общесистемным вопросам, они и составляют основное содержание системотехники.

Макропроектирование начинается с формулировки проблемы, которая включает в себя по крайней мере 3 основных раздела: определение целей создания системы и круга решаемых ею задач; оценка действующих на систему факторов и определение их характеристик; выбор показателей эффективности системы

В соответствии с техническим заданием намечают один или несколько вариантов системы, которые, по мнению

проектировщиков, заслуживают дальнейшего рассмотрения и подробного исследования. Анализ вариантов системы (системный анализ) проводится по результатам математического моделирования.

Проектировщики сложных систем — специалисты широкого профиля, инженеры-системотехники, обладающие достаточными знаниями в конкретной области техники (например, в машиностроении, электронике, пищевой промышленности, авиации), имеющие повышенную математическую подготовку, а также знающие основы вычислительной техники, автоматизации управления, исследования операций и особенности их практического применения. Помимо них в группу внешнего проектирования сложных систем обычно включают специалистов по системному анализу и математическому моделированию, а также инженеров, способных организовать взаимодействие между элементами системы.

Бусленко Николай Пантелеймонович (1922—1977), математик, член-корреспондент АН СССР (1966), член Президиума Научного совета АН СССР по комплексным проблемам кибернетики, полковник-инженер. Государственная премия СССР (1986, посмертно). Создатель и редактор журнала АН СССР «Программирование».

«Отец» имитационного моделирования в СССР:

- «Моделирование систем массового обслуживания на ЭВМ» (1961);
- «Моделирование производственных процессов на ЭВМ» (1964);
- «Моделирование сложных систем» (1968). Монография сыграла важную роль в разработке теории универсальных имитационных моделей.

С 1960 г. — заместитель начальника центра по оперативно-тактическим вопросам вычислительного центра № 1 Министерства обороны. В 1960 году назначен первым заместителем начальника 45-го СНИИ МО СССР (ракетно-космическая оборона) по научно-исследовательской работе, в 1965 году — начальником ЦНИИ 27 МО.

В 1968—1977 годах — заведующий лабораторией НИИ Автоматической аппаратуры Министерства радиопромышленности СССР.

В 1972—1977 годах — заведующий кафедрой прикладной математики и вычислительной техники Московского института нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина, созданной при его непосредственном участии



25 Некоторые публикации



Дружинин Валентин Васильевич (1918—1997) генерал-полковник, заместитель начальника Главного штаба войск ПВО, доктор военных наук, профессор, крупный военный ученый в области радиоэлектроники.

Конторов Давид Соломонович (1920—16.03.2001) заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор. Автор более 10 монографий по вопросам проектирования и управления в больших сложных технических системах.

В 1956 году возглавил в НИИ 2 Министерства обороны отдел радиолокационных систем и средств.

В 1957—1964 годы под руководством Конторова в отделе был выполнен ряд НИР по обоснованию перспектив развития радиолокационных систем и средств ПВО, в том числе и по созданию системы предупреждения о ракетном нападении.

В 1965 году создал и возглавил новое научное управление по этой тематике.

В 1967 году был назначен на должность начальника отдела системных исследований Радиотехнического института АН СССР в составе Министерства среднего машиностроения.



«Мы считаем, что системотехника должна стать основной технической дисциплиной в высших технических учебных заведениях, а её разделы — профилирующими для различных специальностей. Однако сегодня изучение основ системотехники в ВУЗах страны, за небольшим исключением, остаётся на сравнительно низком уровне.

Отсутствие такой подготовки системотехников наносит значительный материальный ущерб народному хозяйству (приводит к увеличению стоимости разработок, проведению дублирующих работ и т.д.).

По нашему убеждению, задел в области знаний всего комплекса надо обеспечивать молодому специалисту уже в институте, осуществляя подготовку и выпуск инженеров-системотехников среднего звена управления».

В. Н. Спицнадель. Проблемы системы инженерных знаний // В сб. Проблемы системотехники. Доп. выпуск // Материалы IV Всесоюзного симпозиума по проблемам системотехники. 25-27 января 1978 года. Под ред. проф. Николаева В. Н. – Ленинград: Судостроение, 1980, с. 60-65



К середине 80-х годов системотехника приобрела в СССР важнейшие признаки научной дисциплины, включая наличие:

- особой профессиональной организации (лаборатории, отделы, кафедры, научно-исследовательские институты, ученые советы и т. д.),
- налаженной системы научной коммуникации (выпуск специального журнала, наличие учебников и монографий, проведение регулярных семинаров, конференций и т. д.),
- собственной системы подготовки кадров (курсы и кафедры в высших учебных заведениях).

Специалист в области автоматики и процессов управления профессор В. Б. Яковлев:

«Я ездил в Москву на первое заседание научно-методического совета по специальности, которое происходило в МВТУ под председательством профессора В.М.Четверикова. На этом заседании рассматривались содержание типового учебного плана и паспорт специалиста инженера-системотехника по АСУ.

На заседании присутствовали члены вновь созданной методической комиссии по специальности 0646, которые были в основном из специалистов по вычислительной технике и системам передачи и обработки информации.

Они трактовали новую специальность как специальность по разработке математического и программного обеспечения больших информационно-вычислительных систем и недооценивали системный и управленческий аспект специальности».