

## МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНЖЕНЕРА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СИСТЕМОТЕХНИК АСУ»

Проф. И. Ю. Юсупов (1925–1991)

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме подготовки инженерных кадров вузами страны на основе системного подхода. Анализируется состояние вопроса и рассматривается предназначение модели деятельности инженера. Предлагается методика построения модели деятельности инженера. Рассматривается применение методики при построении модели деятельности инженера по специальности «системотехник АСУ». Обсуждаются предварительные результаты совмещения цели практической деятельности инженера с целями его подготовки. Иллюстрируются последствия несовпадения цели практической деятельности инженера целям его подготовки. Делаются выводы и даются предложения по совершенствованию системы инженерного образования.

**Ключевые слова:** модель деятельности инженера; подготовка инженерных кадров; инженер-системотехник; автоматизированные системы управления; системный подход.

### ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКЦИИ

*В настоящее время вузы страны с нетерпением ожидают новые образовательные стандарты (ФГОС) 4-го поколения, направленные на устранение недостатков стандартов предыдущих поколений и на учет новых реалий в жизни нашей страны. Должны быть созданы механизмы обновления ФГОС с учетом приоритетов научно-технологического развития страны<sup>1</sup>. Будут сформулированы универсальные компетенции выпускников, такие как «системное и критическое мышление», «разработка и реализация проектов», «командная работа и лидерство», «самоорганизация и саморазвитие». На долю вуза выпадает нелегкая задача обоснованного определения общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника, причем последние должны исходить из профессиональных стандартов Национальной системы квалификаций.*

*Нужно признать: преподаватели вузов испытывают сложные чувства, раздумывая о настоящем и будущем нашей профессии. Кого же мы готовим: «творца» или «квалифицированного потребителя»? Наша деятельность — это «образовательные услуги» или «формирование нового человека»? Реформирование на постоянной основе («покой нам только снится») — это закономерное следствие меняющегося мира или признак неэффективного менеджмента? Подобная неопределенность порождает, как сейчас принято говорить, «когнитивный диссонанс». Поэтому взгляд невольно обращается к советскому опыту, когда за плечами отечественной системы инженерного образования стояло успешное решение больших и сложных задач, диктуемых предвоенной индустриализацией, переводом народного хозяйства на военные рельсы, послевоенным восстановлением и технологическим рывком, достижением военно-технического паритета с Западом.*

*Профессор Ислам Юсупович Юсупов — человек этого поколения. Выходец из бедной крестьянской семьи, он учился в то время, когда в СССР была решительно пресечена практика «новаторского» реформирования образования<sup>2</sup> и произошел возврат к традиционной системе («школе учебы, школе зубрежки, школе муштры» по меткому определению В. И. Ленина<sup>3</sup>). Знания, которые*

<sup>1</sup> Поручение Президента Российской Федерации Пр-294 от 26.02.2019.

<sup>2</sup> Постановление ЦК ВКП(б) от 04.07.1936 о педологических извращениях в системе Наркомпросов.

<sup>3</sup> В. И. Ленин. Задачи союзов молодёжи: Речь на III Всероссийском съезде РКСМ. 1920.

он получил в Харьковском военном авиационном училище связи, Рижском высшем военном авиационном инженерном училище, Военно-воздушной инженерной академии им. проф. Н. Е. Жуковского, стали базой для успешной работы по внедрению и эксплуатации радиолокационных технологий в военной авиации в 50-х годах, по исследованию и разработке глобальных систем радиоэлектронного обнаружения и противодействия в 60-х годах. Отдав Вооруженным силам четверть века, ветеран Великой Отечественной войны подполковник-инженер, доктор технических наук, старший научный сотрудник И. Ю. Юсупов посчитал своим долгом передать знания и практический опыт молодому поколению на своей малой родине, в Башкирии, которую покинул еще подростком. Он по себе хорошо знал и чувствовал проблемы, встающие перед неопытным молодым специалистом: новые задачи, необходимость поиска решения в условиях неопределенности, дефицита времени и ресурсов, неопытность в руководстве людьми и, как следствие, — обидное ощущение, что его учили «не так и не тому». И у него не возникало никаких сомнений в том, что обязанность преподавателя — помочь выпускнику справиться с подобными проблемами.

Предлагаем подготовленную проф. И. Ю. Юсуповым статью о проблемах инженерного образования, публикации которой помешала скоропостижная кончина в апреле 1991 года. Многие мысли, содержащиеся в этой работе, представляются актуальными и через 30 лет.

В. В. Миронов, гл. ред. СИИТ

## 1 ВВЕДЕНИЕ. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.

### ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ МОДЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНЖЕНЕРА

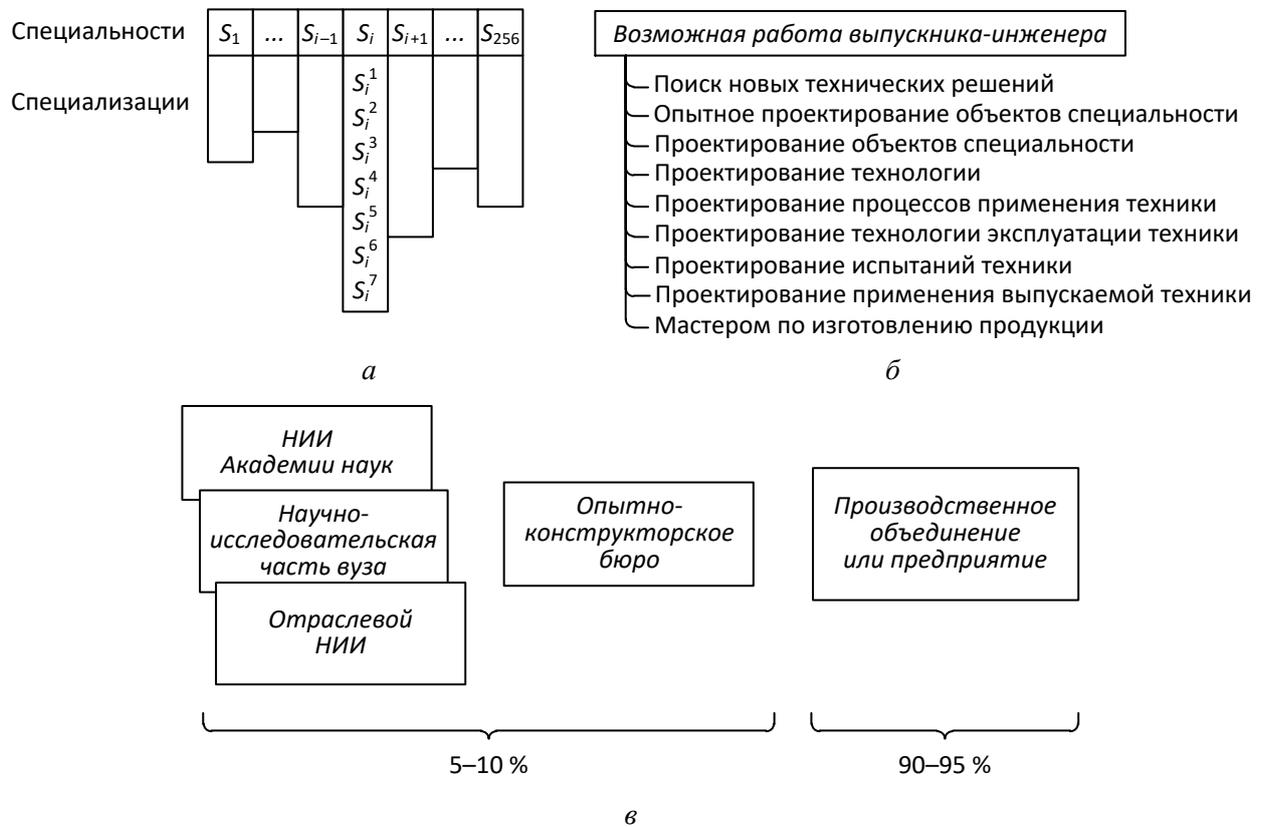
В эпоху научно-технической революции наука стала производительной силой общества. В сфере материального производства эта сила обеспечивается инженерным трудом. Фактически научно-технический прогресс и непрерывное повышение производительности труда осуществляется за счет эффективной деятельности инженерных кадров. Эта деятельность должна обеспечиваться подготовкой инженерных кадров вузами страны. В связи с этим перед вузами возникает важная задача подготовки инженера в соответствии с требованиями, предъявляемыми в его практической деятельности.

На пути решения этой задачи имеются сложности и трудности (рисунок 1).

Научно-техническая революция в области инженерной деятельности проявилась в том, что номенклатура выпускаемых вузами инженеров значительно возросла и превысила 250 специальностей. Кроме того, в рамках каждой специальности появились специализации и разнообразие инженерных штатных должностей, отличающихся друг от друга видами деятельности в рамках одной специальности. Число таких должностей, например, для инженера по специальности «системотехник АСУ» может достигать нескольких десятков. Отсюда следует, что будущая возможная деятельность современного инженера, обучающегося по конкретной специальности, многомерна. Поэтому для преподавателей и работников вузов задача формирования учебных планов и программ стала достаточно сложной. Несмотря на это, динамика развития науки и техники производства требует пересмотра учебных планов и программ. Данная работа выполняется обычно опытными работниками вузов, как правило, с интервалом в 3–4 года. При этом корректируются учебные планы и обновляются рабочие программы специальных предметов. При составлении учебных планов и программ эксперты ориентируются лишь на интуитивное представление в оценке несоответствия подготовки инженера и предъявляемых им требований со стороны науки и техники, а также его будущей практической деятельности.

Во многих вузах страны ведется работа по установлению внутри- и междисциплинарных логических связей в интересах согласования содержания и устранения дублирования изучаемого материала с другими дисциплинами специальности. Кроме того, составляются технологические или учебно-методические карты дисциплины по прохождению тем и разделов в рамках конкретного предмета. В последние годы в Ленинградском государственном университете

и Томском политехническом институте ведется поиск оптимальной структуризации деятельности инженера с целью определения требований, предъявляемых к его подготовке.



**Рис. 1** Схема разнообразия подготовки и использования инженерных кадров: *а* — разнообразие специальностей и специализаций подготовки; *б* — разнообразие возможной работы выпускника; *в* — разнообразие мест работы и распределение численности по местам

Существующая система стажировки молодых специалистов не обеспечивает желаемых результатов. Сложность и трудность организации привития навыков и умений в инженерной деятельности во время стажировки заключается в том, что они не обобщены, не представлены в виде описания каких-то работ и способов их выполнения. Поэтому тот, кто пытается обучать в ходе месячных сборов, тоже не обладает теми сведениями об умениях и навыках, которые необходимо приобрести в течение периода стажировки. Поэтому стажировка является лишь ознакомительным процессом приобретения знаний о деятельности инженера. Не отрицая ее целесообразности, можно сказать, что она не обеспечивает достижения цели — закрепления навыков и умений деятельностью уже в конкретной должности. Причина недостаточной эффективности стажировки объясняется тем, что отсутствует описание работ и способов их выполнения в конкретной должности инженера.

Главным пока что недостатком всех этих усилий (полезных в принципе) является то, что совершенствование учебных планов ведется без установления связи между практической деятельностью инженера и его подготовкой. Поэтому в проанализированных нами учебных планах и программах (Московского энергетического института, Московского высшего технического училища, Ленинградского электротехнического института, Московского авиационного института, Томского политехнического института) не выявлено наличие глобальной цели подготовки инженера и ее декомпозиции по видам обучения и по изучаемым специальным предметам, тем более что имеющиеся в некоторых предметах рекомендации по необходимости

выработки навыков и умений никак не увязаны с потребностями деятельности инженера в этих навыках и умениях.

Анализ всех перечисленных мероприятий и их результатов показывает сложность согласования цели практической деятельности инженера с целями его подготовки. Главным образом указанная сложность обусловлена многомерностью проблемы. В силу этого не удается обеспечить преемственность и непрерывность с позиций формирования профессиональных знаний, умений и навыков выпускников. В связи с многомерностью решения этой проблемы начали привлекать методы теории больших систем, в частности, системный анализ и методы моделирования систем. Как известно, в системном анализе при решении многомерных проблем производится структуризация проблемы (путем определения выхода — цели и входа — методов и средств достижения цели). Методы и средства достижения цели агрегируются и представляются в виде модели изучаемой проблемы. В связи с этим предлагается изучать деятельность инженера путем построения ее модели.

Как известно, модель представляет собой аналог изучаемого процесса в формализованном виде, применяющийся для исследования или решения конкретных задач (например, натурщик — для формирования образа художником, модель детали — для придания формы детали и т. п.). Исходя из общего понятия модели необходимо попытаться определить понятие модели деятельности инженера и очертить ее предназначение. В данном случае в соответствии со сформулированной выше проблемой моделью деятельности инженера является аналог деятельности, который представлен в формализованном виде через обобщенные работы и способы их выполнения, таком, который позволяет устанавливать взаимосвязь цели практической деятельности инженера с целями его подготовки. Вместо того, чтобы руководствоваться интуитивным представлением о деятельности инженера, в учебном процессе предлагается создать конкретный образ, оформленный в виде описания способов выполнения типовых работ с тем, чтобы каждый обучающий (преподаватель) представлял, какой элемент в процессе обучения по данному предмету формируется у выпускника и как этот элемент связан с другими частями модели.

Дополнительным предназначением этой модели может быть применение ее для составления квалификационных характеристик и возможности обучения преподавателей вузов, не имеющих опыта практической деятельности инженера.

## **2 СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНЖЕНЕРА**

Модель может быть представлена в виде двух составляющих. Первая — это чисто профессиональная деятельность, требующая от инженера конкретных знаний, навыков и умений, необходимых для исполнения его непосредственных обязанностей. Вторая — организационно-управленческая (управление малыми коллективами, в том числе организационными и социальными процессами). Только при наличии конкретных профессиональных умений и навыков инженер может правильно спланировать и организовать работу коллектива. Выпускник может оказаться на должности как с подчиненными, так и без них. В обоих случаях требуется освоение модели профессиональной деятельности. Вначале разрабатывается первая составляющая модели, потом — вторая.

Порядок применения системного подхода представлен на рисунке 2.

На первом этапе построения модели инженера проводится изучение сферы деятельности конкретного специалиста для выявления всех ее видов. Для этого используются прежде всего штатные расписания предприятий, объединений, научных и других учреждений, где существуют должности конкретной специальности. Кроме того, используется существующая классификация инженерной деятельности.

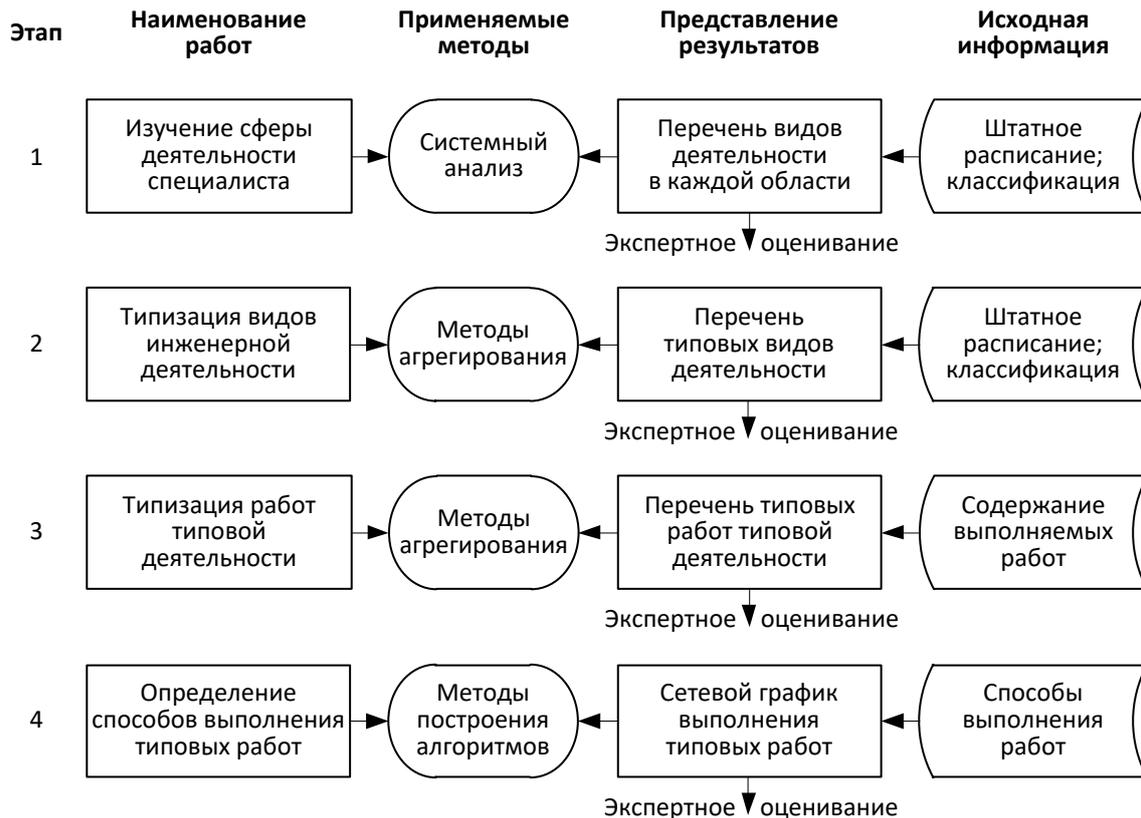
Вторым этапом построения модели будет типизация видов деятельности специалиста. Работа эта выполняется путем выделения однотипных действий и агрегирования их в типовые.

Третьим этапом является типизация работ в типовом виде деятельности специалиста. Для решения этой задачи необходимо знать все работы в типовом виде деятельности и объединить их по сходству и сложности.

На четвертом этапе производится определение способов выполнения типовых работ. Для решения этой задачи необходимо выявить наиболее сложные алгоритмы типовых работ.

Последние два этапа построения модели профессиональной деятельности специалиста полностью базируются на знаниях практической деятельности инженера.

После выполнения каждого этапа построения модели результаты представляются экспертам для согласования суждений и снижения субъективизма.



**Рис. 2** Системный подход к построению модели профессиональной деятельности специалиста

Таким образом, построение модели включает несколько этапов, а именно:

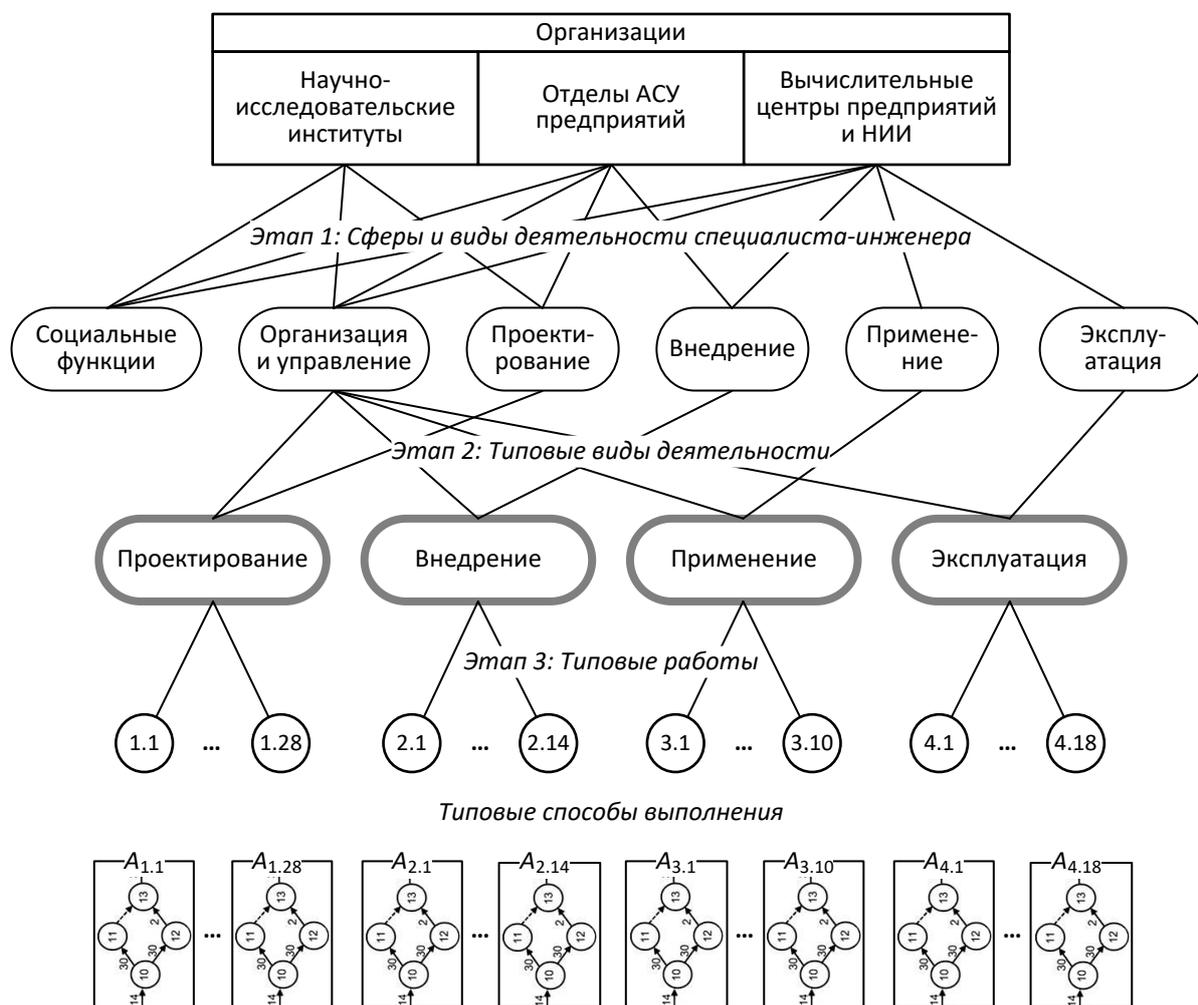
- изучение сфер деятельности специалиста;
- определение всех видов деятельности;
- типизация видов работ;
- обобщение способов выполнения типовых работ.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИКИ

Результаты применения системного подхода к изучению деятельности инженера-системотехника АСУ иллюстрируются на рисунке 3.

Первый этап построения модели позволил выделить сферы деятельности выпускников: научно-исследовательские институты, отделы АСУ предприятий и объединений, вычислительные центры институтов, предприятий, объединений, отраслей. Одновременно определяются виды деятельности.

На втором этапе определены типовые виды деятельности: проектные, социальные, внедренные, применение, техническая эксплуатация АСУ, организация и управление перечисленными видами инженерной деятельности.



**Рис. 3** Составные элементы и модель профессиональной деятельности инженера «системотехник АСУ»

На третьем этапе выявлены типовые работы в типовых видах деятельности. Применительно к 4 видам типовой деятельности определены: 28 работ по первому виду; 14 — по второму виду; 10 — по третьему виду; 10 — по четвертому виду типовой деятельности.

На четвертом этапе построения модели предполагается разработать алгоритмы выполнения работ по всем типовым видам деятельности. В свою очередь, разработка этих алгоритмов позволит экспертам определить объем потребных знаний.

Работа, связанная с социальной и организационно-управленческой деятельностью инженера, является самостоятельной частью модели деятельности инженера и поэтому при построении модели профессиональной деятельности специалиста не рассматривается.

Сопоставление существующей модели подготовки специалиста и модели профессиональной деятельности специалиста, разработанной по предложенной методике, показывает в ряде случаев, что они совпадают. В настоящее время выпускники по специальности АСУ, как правило, распределяются на должности, связанные со следующими видами типовой деятельности:

- проектирование подсистем и звеньев АСУ;
- внедрение АСУ;

- использование АСУ;
- техническая эксплуатация технических средств АСУ.

Однако из списков распределения молодых специалистов установлено, что 70 и более процентов выпускников направляются на должности, связанные с последними двумя видами типовой деятельности: применением АСУ и технической эксплуатацией комплекса технических средств, и только 30 % направляются на должности, связанные с проектированием и внедрением АСУ. Отсюда следует, что большинство выпускников направляется на работу, не будучи подготовленными к применению и эксплуатации АСУ. Между тем сравнительный анализ двух моделей — модели подготовки инженера-системотехника АСУ и модели профессиональной деятельности — показывает, что они совпадают полностью (или почти полностью) только в первом виде типовой деятельности — проектировании подсистем и звеньев АСУ, частично совпадают во втором виде типовой деятельности — внедрении АСУ.

Широкая эрудиция, хорошая математическая подготовка, знание общетехнических и специальных дисциплин без овладения практическими умениями и навыками исполнения роли инженера в определенном виде типовой инженерной деятельности не спасают молодого специалиста от неудач, порой полной беспомощности при возникновении сложной проблемной ситуации. Опрос молодых специалистов показывает, что на первых порах наибольшие трудности они испытывают из-за отсутствия навыков проведения инженерного анализа проблемных ситуаций. Объясняется это, прежде всего, тем, что в процессе подготовки будущих инженеров-системотехников почти не уделяется внимание овладению навыков инженерного анализа.

Сравнение целей обучения по перечисленным специальным дисциплинам с полученными моделями профессиональной деятельности специалиста также показывает, что в рабочих программах по этим дисциплинам полностью имеются разделы, направленные на приобретение знаний, умений, навыков по первому виду типовой деятельности инженера-системотехника АСУ, частично имеются разделы по второму типу и полностью отсутствуют такие разделы по третьему и четвертому видам типовой деятельности во всех видах обучения (лекционных, практических и лабораторных занятиях, курсовом и дипломном проектировании, производственной практике).

Для устранения выявленных недостатков в подготовке инженеров-системотехников АСУ целесообразно ввести на 3–4-х курсах по всем специальным дисциплинам разделы, посвященные выработке практических умений, а на 5-м курсе — 4 предмета с целью привития навыков исполнения роли инженера. При этом предполагается, что в процессе обучения по этим предметам будут отрабатываться умения и навыки по выполнению отдельных видов типовых работ. В этих предметах будет обращать внимание в том числе и на обучение управленческой деятельности.

В дальнейшем для устранения несоответствия подготовки инженера-системотехника АСУ и требований производства необходимо выдерживать совпадение модели подготовки специалиста с моделью профессиональной деятельности специалиста. Цели подготовки должны постоянно корректироваться в соответствии с изменением требований народного хозяйства. Критерием высокого качества учебных планов и рабочих программ должно быть соответствие их целям обучения. Лишь при таком способе построения учебных планов и рабочих программ и алгоритмизации процессов обучения специалистов удастся удовлетворить современным требованиям к выпускникам вузов, предъявляемым со стороны динамично развивающегося народного хозяйства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам обсуждения вышеперечисленных вопросов можно сделать следующие выводы.

1. Для того, чтобы коренным образом улучшить качество подготовки специалистов, необходимо увязать цели обучения с целями практической деятельности.

2. В силу многомерности целей и требований со стороны народного хозяйства к практической деятельности инженера подготовку специалистов необходимо осуществлять на основе построения моделей деятельности инженера (модели профессиональной деятельности и модели управленческой деятельности) путем типизации видов деятельности по каждой специальности, работ и способов их выполнения. Для этого нужно привлекать экспертов, имеющих опыт практической деятельности инженера, и работников вузов, обладающих опытом подготовки инженеров.

3. Следует считать целесообразным для исключения субъективизма при разработке учебных планов и рабочих программ взять в качестве глобальной цели обучения исполнение роли инженера. Основным содержанием обучения должно быть усвоение алгоритмов работ в типовых видах деятельности данной специальности.

4. Дипломному проектированию на 5-м курсе должны предшествовать специальные предметы по привитию умений и навыков управления организационными и социальными процессами в группах, бригадах, участках. В рамках специальных предметов должна идти отработка навыков профессиональной деятельности инженера.

5. Выработку профессиональных навыков по алгоритмам выполнения работ в типовых видах деятельности предлагается распределить по всем специальным дисциплинам подготовки инженера и рассматривать их как подцели или цели обучения по данному предмету.

6. Следствием вышеизложенного должна стать модернизация учебных планов и рабочих программ по специальным предметам. Они должны быть ориентированы на алгоритмические способы обучения. В свою очередь, алгоритмический способ обучения создает условия для самообучения выпускника в будущем.

Научно-техническая революция сделала инженера непосредственным участником создания материальных ценностей. Поэтому ныне как никогда производительность труда инженеров обеспечивает темп научно-технического прогресса и рост производительности труда в производстве. Этот фактор является определяющим в требованиях, которые заставляют нас пересмотреть цели и задачи обучения в вузе.

#### МЕТАДАННЫЕ / METADATA

**Title:** Methodology for constructing a model of engineer activity and preliminary results of its application for the specialty "systems technician in automated control systems".

**Abstract:** The article is devoted to the problem of training engineering personnel by the country's universities based on a systematic approach. The state of the issue is analyzed, and the purpose of the engineer's activity model is considered. A technique for constructing a model of an engineer's activity is proposed. The application of the methodology in the construction of a model of the activity of an engineer in the specialty "system engineer of automated control systems" is considered. The preliminary results of combining the goal of the practical activity of an engineer with the goals of his training are discussed. The consequences of the discrepancy between the goals of the practical activity of an engineer and the goals of his training are illustrated. Suggestions are made and conclusions are drawn.

**Key words:** engineer activity model; training of engineering personnel; systems engineer; automated control systems.

**Язык статьи / Language:** русский / Russian.

#### Об авторе / About the author:

##### ЮСУПОВ Ислам Юсупович

Уфимский ордена Ленина авиационный институт им. Серго Орджоникидзе (ныне в составе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»), Россия.

Бывш. зав. каф. автоматизированных систем управления (1972–1991). Мл. л-т (Харьковск. воен. авиац. уч-ще связи, 1944). Ком. взвода (1944–1947). Дипл. инж.-р/техник (Рижск. высш. воен. авиац. инж. уч-ще, 1952). Аджюнктура (Воен.-возд. инж. акад. им. проф. Н. Е. Жуковского, 1962). Ст. науч. сотр. Д-р техн. наук (Ленингр. воен.-возд. инж. акад. имени А. Ф. Можайского, 1972). Профессор (1975). Иссл. в обл. сист. анализа, больш. систем, упр-я ЛА в крит. ситуациях, автоматиз. упр-я производством.

##### YUSUPOV Islam Yusupovich

Ufa Order of Lenin Aviation Institute named after Sergo Ordzhonikidze (now part of Ufa University of Science and Technology), Russia.

Former Head of the Automated Control Systems Dept. (1972–1991). Junior lieutenant (Kharkov Military Aviation School of Communications, 1944). Dipl. Eng.-Techn. (Riga Higher Military Aviation Engineering School, 1952). Postgraduate military course (Zhukovsky Air Force Engineering Academy, 1962). Senior Researcher. Dr. Tech. Sci. (Leningrad Air Force Engineering Academy named after A.F. Mozhaysky, 1972). Professor (1975). Research in the fields of systems analysis, large systems, aircraft control in critical situations, automated production control.