

# Образовательный аспект цифровизации

Educational aspect of digitalization

doi 10.26310/2071-3010.2021.268.2.002



**А. П. Коновальчик,**  
к. т. н., зам. генерального конструктора  
по перспективным проектам,  
АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей»  
✉ konovalchik@almaz-antey.ru

**A. P. Konovalchik,**  
PhD, deputy general designer for advanced  
projects, «Almaz – Antey» air and space  
defence corporation, joint stock company



**С. Е. Ерошин,**  
к. т. н., зам. директора по научной  
и учебной работе, АНО ДПО «НОЦ ВКО  
«Алмаз – Антей» им. академика  
В. П. Ефремова  
✉ s.eroshin@nocvko.ru

**S. E. Eroshin,**  
PhD, deputy director for scientific  
and academic work, ANO DPO «NOC VKO  
«Almaz – Antey» n. a. academician  
V. P. Efremov

В статье обсуждаются вопросы совершенствования корпоративной системы образования с учетом усиливающихся тенденций цифровизации. Особая роль в развитии кадрового потенциала объединений ОПК отводится организации количественного и предметного планирования в вопросах кадровой обеспеченности предприятий. Выявлены перспективные направления развития научно-образовательных центров объединений ОПК.

The work discusses the improvement of the corporate education system taking into account the increasing trends in digitalization. A special role in the development of the personnel potential of defense industry is assigned to the organization of quantitative and substantive planning in matters of personnel security of enterprises. Promising directions for the development of scientific and educational centers of defense industry have been identified.

**Ключевые слова:** оборонно-промышленный комплекс (ОПК), цифровизация, корпоративная образовательная система, кадровый потенциал, количественное и предметное планирование, научно-образовательный центр.

**Keywords:** military-industrial complex (MIC), digitalization, corporate educational system, personnel potential, quantitative and subject planning, scientific and educational center.

Общей тенденцией для системы образования страны стало повышение востребованности программ обучения, направленных на развитие «цифровых навыков». Данное понятие охватывает широкий спектр компетенций, связанных с разработкой и применением современных программных решений, частично автоматизирующих трудовые функции. Прямым подтверждением высокой востребованности ИТ-специалистов служит постоянное увеличение приема абитуриентов в вузы на направления подготовки, связанные с «цифровыми технологиями».

Понятие «цифровизации» появилось в середине XX века, когда начался переход с аналоговой формы передачи информации на цифровую. Очевидно, что сегодня этот термин вышел далеко за пределы сугубо технического контекста и распространился практически во все сферы человеческой деятельности. Даны десятки определений «цифровизации», а вариаций использования этого термина — сотни: например, цифровизация населения, месторождений, идентичности, беспризорности, хаоса и т. д.

По сути цифровые технологии — это один из этапов научно-технического прогресса. Их действие выражается в развитии конкурентных преимуществ продукции и услуг, сокращению технологических циклов и затрат на производство путем интенсификации использования в производстве программных решений. Естественно, такие перемены приводят к серьезным социально-экономическим последствиям и противоречиям: если программные приложения заменяют труд, то что же делать человеку? В истории технологического развития цивилизации уже возникали подобные ситуации, и их решение происходило путем качественного повышения компетенций работников [1].

Повсеместное внедрение информационных технологий в разработке, производстве, логистике, сбыте — практически во всех сферах деятельности заставляет корректировать требования к специалистам и совершенствовать подходы к обучению персонала в любой компании и особенно в корпорациях ОПК, работающих на переднем крае науки и технологий. Отвечая на эти вызовы, Концерн ВКО «Алмаз – Антей», на предприятиях которого задействованы более 130 тыс. человек на всех этапах производственного цикла (от проектирования до всех видов производства, испытания и обслуживания зенитных ракетных систем), создал разветвленную сеть учебных центров (табл. 1). У каждого центра — своя направленность (подготовка рабочих специалистов, программистов, инженеров-конструкторов, исследователей).

Опыт формирования корпоративной образовательной системы в рамках Концерна показал, что первостепенное внимание в вопросах развития кадрового потенциала должно уделяться системному планированию. Принимая во внимание масштабность данного оборонно-промышленного объединения, обеспечивающего разработку и производство всего многообразия средств и систем ВКО, можно предположить, что сделанный вывод распространяется на ОПК в целом.

Задача руководителей объединений ОПК — прогнозировать, какие кадры потребуются, сколько и в каких областях, то есть планирование должно осуществляться в двух разрезах: количественном и предметном.

В количественном аспекте планирования наиболее важным показателем является возрастная характеристика кадрового состава (рис. 1) [2]. Пунктирная линия на графике — это нормальное возрастное распре-

Корпоративная система обучения Концерна ВКО «Алмаз-Антей»

№ п/п	Наименование организации (предприятия)	Вид осуществляемой образовательной деятельности
1.	«Северо-Западный региональный центр Концерна ВКО «Алмаз-Антей»	Аспирантура, ДПО, профессиональное обучение
2.	АО «ВНИИРА»	Аспирантура
3.	АО «Научно-исследовательский институт приборостроения им. В. В. Тихомирова»	Аспирантура
4.	ПАО «Радиофизика»	Аспирантура
5.	ПАО «Научно-производственное объединение «Алмаз» им. академика А.А. Расплетина»	Аспирантура, ДПО, профессиональное обучение
6.	ПАО «Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел»	Аспирантура
7.	АО «ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга»	Аспирантура
8.	АО «Всероссийский научно-исследовательский институт радиотехники»	Аспирантура
9.	ОАО «Корпорация «Комета»	Аспирантура
10.	АО «Нижегородский завод 70-летия Победы»	ДПО
11.	ПАО завод «Красное знамя»	ДПО, профессиональное обучение
12.	АО «Ижевский электромеханический завод «Купол»	ДПО, профессиональное обучение
13.	АО «Марийский машиностроительный завод»	ДПО, профессиональное обучение
14.	АО «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» им. академика П. Д. Грушина»	ДПО, профессиональное обучение
15.	ПАО «Долгопрудненское научно-производственное предприятие»	ДПО, профессиональное обучение
16.	ПАО «Машиностроительный завод им. М. И. Калинина»	Профессиональное обучение
17.	АО «Ульяновский механический завод»	Профессиональное обучение
18.	АО «Вятское машиностроительное предприятие «АВИТЕК»	Профессиональное обучение
19.	АО НПО «Правдинский радиозавод»	Профессиональное обучение
20.	АО «БАЗ»	ДПО, профессиональное обучение
21.	НОЦ ВКО «Алмаз-Антей» им. В. П. Ефремова	Аспирантура, ДПО, профессиональное обучение

деление. Именно таким оно и должно быть. Жирной линией обозначено распределение, характерное для предприятий ОПК по состоянию на 2006 г., а тонкими сплошными линиями показаны смоделированные промежуточные состояния в случае систематического привлечения и закрепления на предприятиях оптимального количества молодежи. По этому графику очень заметен значительный перекоп в возрастном составе: в 1990-е гг. значительная часть инженерного корпуса покинула предприятия оборонно-промышленного комплекса, которые занимались решением вопросов экзистенциального характера.

Восстановление нормального возрастного распределения достигается путем интенсивной целенаправленной работы по привлечению и закреплению

молодых специалистов, что подтверждается возрастной статистикой Концерна ВКО «Алмаз – Антей» (рис. 2).

Параллельно с решением задач перспективного планирования необходимо уделять пристальное внимание постоянному развитию квалификаций имеющихся специалистов. В условиях развивающейся цифровизации основные усилия корпоративной образовательной системы Концерна сосредоточены на подготовке научных кадров, ориентированных на использование автоматизированных систем проектирования, инженерных расчетов, математического моделирования различных устройств, систем и процессов. На каждом из этапов жизненного цикла изделий (рис. 3) в разработке, производстве, испытании

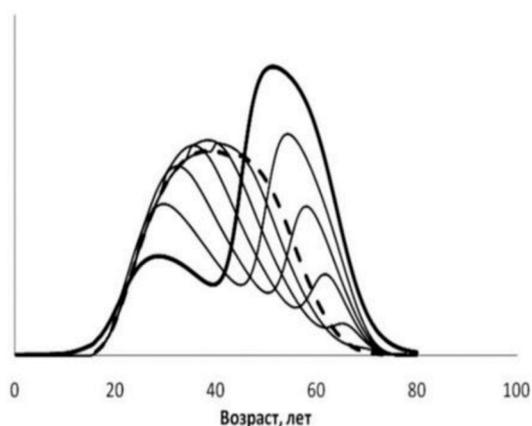


Рис. 1. Возрастное распределение, характерное для предприятий ОПК в начале 2000 г. [2]

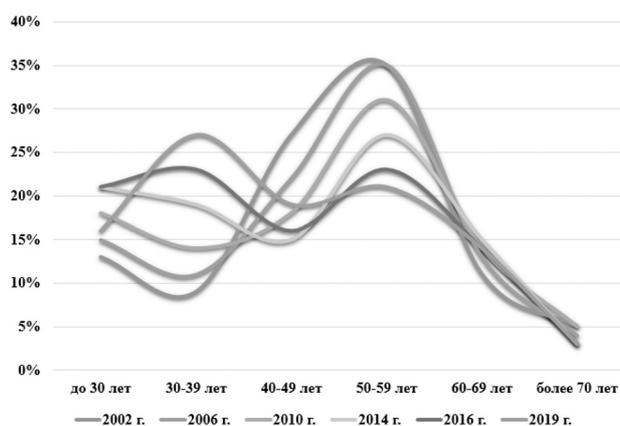


Рис. 2. Изменение возрастной структуры кадрового состава Концерна ВКО «Алмаз-Антей»



Рис. 3. Общее схематическое представление жизненного цикла ВВСТ

используется определенный перечень программных комплексов разных классов систем.

Внедряемые на предприятиях ОПК автоматизированные системы управления ЖЦИ решают следующие задачи:

- оптимизация сроков конструкторско-технологической подготовки производства;
- повышение качества конструкторской и технологической документации;
- снижение доли брака и повышение качества изделий;
- налаживание работы системы управления производством с актуальными инженерными данными, обеспечение точности планирования деятельности и прозрачность управления производством;
- снижение издержек на материально-техническое обеспечение производства за счет оптимизации номенклатуры применяемых материалов, оснастки и покупных комплектующих;
- информационная поддержка нормативной базы для оценки плановой себестоимости изделия и контроля отклонений от плановых показателей;

- снижение издержек на опытное производство изделий;
- обеспечение возможностей быстрого ввода в производство модификации изделий;
- эффективное использование парка станочного оборудования и оптимизация расхода инструмента;
- оперативное получение требуемых комплектов технической документации на ранее изготовленные изделия для выполнения ремонтных работ, а также для работы с возражениями заказчика по гарантийным обязательствам;
- сокращение сроков и затрат на испытания;
- снижение себестоимости конечной продукции и услуг по техническому обслуживанию и ремонту;
- обеспечение накопления и сохранности интеллектуальной собственности предприятия.

В широком плане можно выделить следующие классы автоматизированных систем, наиболее востребованные на предприятиях ОПК:

- CAD (computer-aided design) — компьютерное проектирование и оформление документации;
- EDA (electronic design automation) — проектирование электронных устройств;
- CAE (computer-aided engineering) — инженерный анализ и расчеты;
- CAM (computer-aided manufacturing) — разработка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением;
- CAPP (computer-aided process planning) — разработка техпроцессов и технологические расчеты;
- MRP II APS (material requirements planning (II), advanced planning & scheduling) — управление производством;
- QM (quality management) — управление качеством;
- MRO (maintenance, repair and overhaul) — ремонт и сервисное обслуживание;
- EAM (enterprise asset management) — управление физическими активами и режимами их работы, рисками и расходами на протяжении всего жизненного цикла;
- ERP (enterprise resource planning) — управление ресурсами предприятия.

Таблица 2

Пример конкретизации требований к компетенциям инженера-электроника с учетом используемых программных решений

Пример требований к знаниям и навыкам инженера-электроника согласно квалификационному справочнику	Пример современных требований к знаниям и навыкам инженера-электроника:
Должен знать: постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по вопросам эксплуатации и ремонта электронного оборудования; технико-эксплуатационные характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы оборудования, правила его технической эксплуатации; технологию автоматической обработки информации; формализованные языки программирования; виды технических носителей информации; действующие системы счислений, шифров и кодов, стандартные программы и команды; основы математического обеспечения и программирования; методы разработки перспективных и текущих планов (графиков) работы и порядок составления отчетности об их выполнении; организацию ремонтного обслуживания; передовой отечественный и зарубежный опыт эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования; порядок составления заявок на электронное оборудование, запасные части, проведение ремонта и другой технической документации; основы экономики, организации труда и организации производства; правила и нормы охраны труда	Работа в системах автоматизированного проектирования Altium Designer, P-CAD, DipTrace (от создания посадочных мест по стандартам IPC-7351, IPC-SM-782A, ЕСКД и организации библиотек до трассировки схем и создания 3D-моделей); знание САПР AutoCAD, опыт создания моделей во Fusion 360 для изготовления на ЧПУ; знание языка «Python» (автоматизация деятельности, проведение расчетов и формирование отчетов), языка «С», языка ассемблера применительно к программированию микроконтроллеров AVR, PIC12, MCS-51; опыт описания аппаратуры на Verilog HDL в среде Quartus для CPLD MAX II; работа с интерфейсами USART, SPI, параллельный FIFO, МКИО

Актуальные направления развития компетенций инженеров-конструкторов НОЦ ВКО «Алмаз-Антей» с использованием автоматизированных систем проектирования, расчетов, моделирования

Твердотельное моделирование	Проектирование печатных плат
Разработка электрических принципиальных схем	Цифровая адаптивная обработка сигналов в многоканальных приемных системах. Алгоритмы и пути их реализации
Разработка печатных плат	Расчет помехозащищенности, электромагнитной совместимости радаров и его комплектующих
Проектирование помехозащищенной и помехоустойчивой аппаратуры	Разработка волноводных фильтров, коаксиально-волноводных переходов
Системное проектирование радаров, СВЧ-устройств	Электротехническое проектирование
Проектирование деталей из листа	Проектирование источников вторичного питания
Проектирование металлоконструкций	Моделирование поверхностей
Инженерные расчеты	Статические прочностные расчеты
Моделирование высокочастотных задач	Разработка печатных плат
Моделирование электрических схем	Моделирование источников вторичного электропитания
Разработка топологии печатных плат	Разработка волноводных фильтров СВЧ (теория, моделирование, инженерные формулы)
Обеспечение тепловых режимов электронных средств	Проектирование аналоговых синтезаторов частот СВЧ-диапазона и преобразователей частот
Проектирование металлоконструкций и трубопроводов	Методология и инструменты эффективного проектирования многослойных печатных плат со скоростными приложениями.
Моделирование электронных схем и анализ целостности сигналов	Инженерные методы расчета основных компонентов и узлов
Разработка антенных излучателей	Основы разработки аналогово-цифровых микросхем, узлов формирования опорных частот, синхронизации и высокоскоростных каналов обмена
Проектирование электрических схем	Проектирование пресс-форм, литейных форм и штампов для объемной штамповки
Разработка антенных решеток	Анализ динамики механизмов
Конструирование и технологии изготовления микросборок	Цифровая адаптивная обработка сигналов в многоканальных приемных системах. Алгоритмы и пути их реализации

В зависимости от того, какие программные комплексы используются на предприятиях, корректируются требования к навыкам специалистов. Процессы автоматизации привели к дополнению набора компетенций работников, традиционно содержащиеся в квалификационных справочниках (табл. 2).

Обобщение требований к специалистам инженерного профиля, работающих на предприятиях Концерна ВКО «Алмаз – Антей», позволило выявить наиболее востребованные направления развития компетенций. Большая часть таких программ обучения связана с применением автоматизированных систем (табл. 3).

Представленный перечень направлений повышения квалификации во многом дополняет образовательный контур вузовских программ подготовки инженеров и может рассматриваться как ориентир для технических университетов.

Очевидно, что процессы цифровизации приведут к тому, что для каждой группы профессий появится свой перечень ИТ-инструментов. Например, для экономистов и финансистов неотъемлемым элементом резюме уже стали навыки экономико-статистических расчетов в электронных таблицах, автоматизированных системах бюджетирования, бизнес-планирования, ведется работа с базами данных.

С развитием систем анализа лингвистических массивов, применением нейросетевых технологий, в ближайшем будущем и в управленческой сфере будут более активно внедряться автоматизированные средства для планирования и координации

работ, экспертные системы поддержки принятия решений.

Главным критерием эффективности системы обучения персонала в любой компании является рост производительности рабочей силы [5]. Следуя этому правилу, на создаваемых в рамках ОПК образовательных центрах целесообразно внедрять образовательные программы, которые напрямую связаны с информационными технологиями, позволяющими снизить издержки при разработке, производстве изделий, проведении испытаний, тестировании устройств.

Распространено мнение о неизбежном сокращении рабочих мест из-за использования автоматизирующих трудовые функции ИТ-решений. Однако высвобождение рабочей силы, вызванное автоматизацией, идет параллельно с усложнением техники. Вместе с этим растут требования к профессиональным компетенциям специалистов. Поэтому крепость позиций конкретного работника будет во многом определяться темпами развития его квалификации.

### Выводы

Особая роль в демпфировании негативных социально-экономических последствий цифровизации отводится системе непрерывного образования. Последовательное повышение квалификации являются первостепенной необходимостью в производственной деятельности практически любого специалиста.

Процессы цифровизации существенно скорректировали и повысили требования, которые предъявляют

ся к специалистам инженерного профиля. Владение системами автоматизированного проектирования, расчетов, моделирования стали необходимыми условиями уже на стадии приема работника в организацию. Данные направления обучения являются прикладными, и их целесообразно открывать на базе корпоративных образовательных учреждений ОПК.

При планировании образовательного процесса на предприятии целесообразно, в первую очередь, выявлять те цифровые технологии, которые ведут к росту производительности труда.

Опыт корпоративных образовательных центров в объединениях ОПК показывает все более возрастающую потребность со стороны специалистов в освоении автоматизированных систем проектирования, инженерных расчетов, моделирования, программирования [6, 7].

Массовое качественное обучение работников цифровым навыкам создает предпосылки существенного повышения технологического уровня изделий, сокращения сроков разработки и производства, снижения затрат и развития конкурентных преимуществ.

#### Список использованных источников

1. В. А. Бородавкин, Д. К. Щеглов. Введение в цифровую трансформацию предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности: новые подходы//Инновации. 2020. № 12 (266). С. 23-32.
2. В. В. Меньщиков, Г. В. Козлов, И. В. Кутузов. «Модельный анализ возрастной динамики кадровой структуры предприятий оборонно-промышленного комплекса//Промышленная политика. 2008. № 6. С. 46.
3. Я. В. Новиков, В. В. Федоров, С. Е. Ерошин. Развитие системы ДПО в рамках оборонно-промышленных объединений//Инновации. 2015. № 11 (205). С. 75-78.
4. П. А. Созинов, А. П. Коновальчик, В. П. Саушкин. Актуальные вопросы создания отечественной САПР для проектирования РЛС//Вестник воздушно-космической обороны. 2019. № 3. С. 106-119.
5. В. В. Меньщиков, Г. В. Козлов, С. Е. Ерошин. Оценка эффективности деятельности предприятий оборонного концерна//Электронная промышленность. 2005. № 3. С. 66-73.
6. Д. Ю. Большаков. Корпоративный научно-образовательный центр вертикально интегрированной структуры//Инновации. 2014. № 5. С. 73-78.
7. Б. А. Виноградов, В. Г. Пальмов. Оборонная промышленность и российские вузы. СПб.: Изд-во Политехн.ун-та, 2014. С. 348.

#### References

1. V. A. Borodavkin, D. K. Shheglov. Vvedenie v cifrovuyu transformaciju predpriyatij vysokotekhnologichnyh otraslej promyshlennosti: novye podhody//Innovacii. №12.2020. S. 23-25.
2. V. V. Men'shhikov, G.V. Kozlov, I. V. Kutuzov. «Model'nyj analiz vozrastnoj dinamiki kadrovoj struktury predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa//Promyshlennaja politika. 2008. № 6. S. 46.
3. Ja. V. Novikov, V. V. Fedorov, S. E. Eroshin. Razvitie sistemy DPO v ramkah oboronno-promyshlennyh ob#edinenij//Innovacii. 2015. № 11 (205). S. 75-78.
4. P. A. Sozinov, A. P. Konoval'chik, V. P. Saushkin Aktual'nye voprosy sozdaniya otechestvennoj SAPR dlja proektirovanija RLS//Vestnik vozdušno-kosmicheskoj oborony. 2019. № 3. S. 106-119.
5. V. V. Men'shhikov, G. V. Kozlov, S. E. Eroshin. Ocenka jeffektivnosti dejatel'nosti predpriyatij oboronno-koncerna//Jelektronnaja promyshlennost'. 2005. № 3. S. 66-73.
6. D. Ju. Bol'shakov. Korporativnyj nauchno-obrazovatel'nyj centr vertikal'no integrirovannoj struktury//Innovacii. 2014. № 5. S. 73-78.
7. B. A. Vinogradov, V.G.Pal'mov. Oboronnaja promyshlennost' i rossijskie vuzy. SPb.: Izd-vo Politehn.un-ta, 2014. S. 348.