

## УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРИ СОЗДАНИИ НАУКОЕМКИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Бурдо Г.Б., Испирян Н.В., Испирян С.Р.*

*Тверской государственной технической университет, г. Тверь*

**Ключевые слова:** управление качеством, наукоёмкая геофизическая продукция, автоматизированная система, техническая подготовка производства, жизненный цикл изделия.

**Аннотация.** Российский и мировой рынки диктуют спрос на наукоёмкую высокотехнологичную продукцию различных областей машиностроения, к которым относятся и геофизическое приборостроение. Учитывая высокий уровень конкуренции, важнейшее значение приобретает задача сокращения сроков проектирования и изготовления опытных образцов наукоёмкой геофизической продукции (НГП) при обеспечении их надлежащего качества. Поэтому, создание автоматизированной системы управления качеством изделий на этапах технической подготовки производства, изготовления и испытания наукоёмкой продукции (АСУ ТППиИ) является актуальной задачей. Выявлены и сформулированы новые принципы построения АСУ ТППиИ, и разработана её теоретико-множественная модель.

## MANAGING QUALITY IN THE CREATION OF KNOWLEDGE-BASED GEOPHYSICAL PRODUCTS

*Burdo G.B., Ispiryay N.V., Ispiryay S.R.*

*Tver State Technical University, Tver*

**Keywords:** quality management, knowledge-based geophysical products, automated system, technical preparation of production, the life cycle of the product.

**Abstract.** Russian and world markets dictate demand for high-tech products in various fields of engineering, which include geophysical instrumentation. Given the high level of competition, it is paramount to the reduction of terms of designing and production of prototype high-tech geophysical products (NGP) to ensure their proper quality. Therefore, an automated system of quality management of products at the stages of technical preparation of production, manufacture and testing of high technology products (management information system Cpii) is an urgent task. Identified and formulated new principles of ACS Tpii, and designed its set-theoretic model.

К сегодняшнему моменту времени в отечественном и в зарубежном машиностроении (и в геофизическом приборостроении, в частности) сложилась такая ситуация, что требования потребителей изделий определяют весьма сжатые сроки появления на рынке новой качественной высокотехнологичной наукоёмкой геофизической продукции (НГП). При этом первоочередной задачей является проектирование и производство первых высококачественных образцов новых изделий параллельно с выпуском серийных.

*Жизненный цикл изделий (ЖЦИ)*, выпускаемых серийно, изучен достаточно подробно, а рынок программных продуктов по поддержке принятия решений на его этапах представлен достаточно широко [1].

Проектирование и производство первых образцов новых изделий (проект по созданию новых изделий) является специфичной задачей по целому ряду причин, что отличает её от стоящих при производстве и обеспечении качества

серийно выпускаемой продукции [2-5] или реинжиниринге: 1) особенность структуры жизненного цикла НГП; 2) нечеткость критериев оценки технических и технико-экономических показателей качества продукции; 3) наличие большого числа итерационных процедур при выполнении НИОКР, проектировании и производстве, связанных с высокой неформальностью задач и неполнотой информации; 4) необходимость параллельного по времени выполнения ряда этапов (НИОКР и *конструкторская подготовка производства* (КПП); НИОКР, КПП и *технологическая подготовка производства* (ТхПП) и т.д.); 5) изготовление образца НГП по новым технологиям.

Специфичность задач не позволяет достаточно эффективно использовать существующие инструментальные средства поддержки принятия решений при реализации проектов по созданию НГП. С позиции обеспечения качества наиболее ответственными этапами при создании НГП являются *техническая подготовка производства* (ТПП), включающая НИОКР, КПП, ТхПП, *производственное планирование* (ПП), *изготовление и испытания* (И). Поэтому, разработка *автоматизированной системы управления качеством на этапах технической подготовки производства, изготовления и испытания наукоемкой геофизической продукции* (АСУ ТППиИ) востребована временем.

Принципы построения АСУ ТППиИ сформулированы следующим образом [5].

1. Принцип соответствия этапов ТПП и И образца наукоемкой продукции этапам жизненного цикла изделия.
2. Принцип итерационного принятия решений.
3. Иерархичность системы.
4. Определенность функционирования системы.
5. Наличие элементов искусственного интеллекта.
6. Совмещение выполнения работ этапов во времени.
7. Производность критериев оценки качества НГП от технического задания, от ожидаемых показателей функционирования продукции при её промышленном выпуске, и от мирового опыта проектирования подобных изделий.
8. Принцип многовариантности.
9. Принципы формирования критериев оценки решений на этапах:
  - принцип граничного вида критериев;
  - принцип относительного вида критериев;
  - принцип комплексности критериев;
  - принцип уточнения критериев.

Выявленные принципы построения АСУ ТППиИ [2,6] позволяют создавать автоматизированную систему, обеспечивающую: а) создание НГП надлежащего качества; б) выполнение процедур принятия решений адекватно процессам, существующим в реальной производственной системе [7], в) информационную интеграцию с системой управления организацией более высокого уровня, г) встраивание АСУ ТППиИ в автоматизированные системы поддержки жизненного цикла продукции, д) соответствие процедур принятия решений логике человеческого мышления и алгоритмам действий специалистов [8], д) сокращение суммарного времени (цикла) изготовления образца наукоемкой продукции.

Иерархия модели автоматизированной системы управления качеством на этапах технической подготовки производства, изготовления и испытания наукоемкой машиностроительной продукции, разработана на основе выявления структуры и функций процедур, выполняемых при создании НПП. Теоретико-множественная модель [5,6] АСУ ТППиИ показана на рисунке 1.

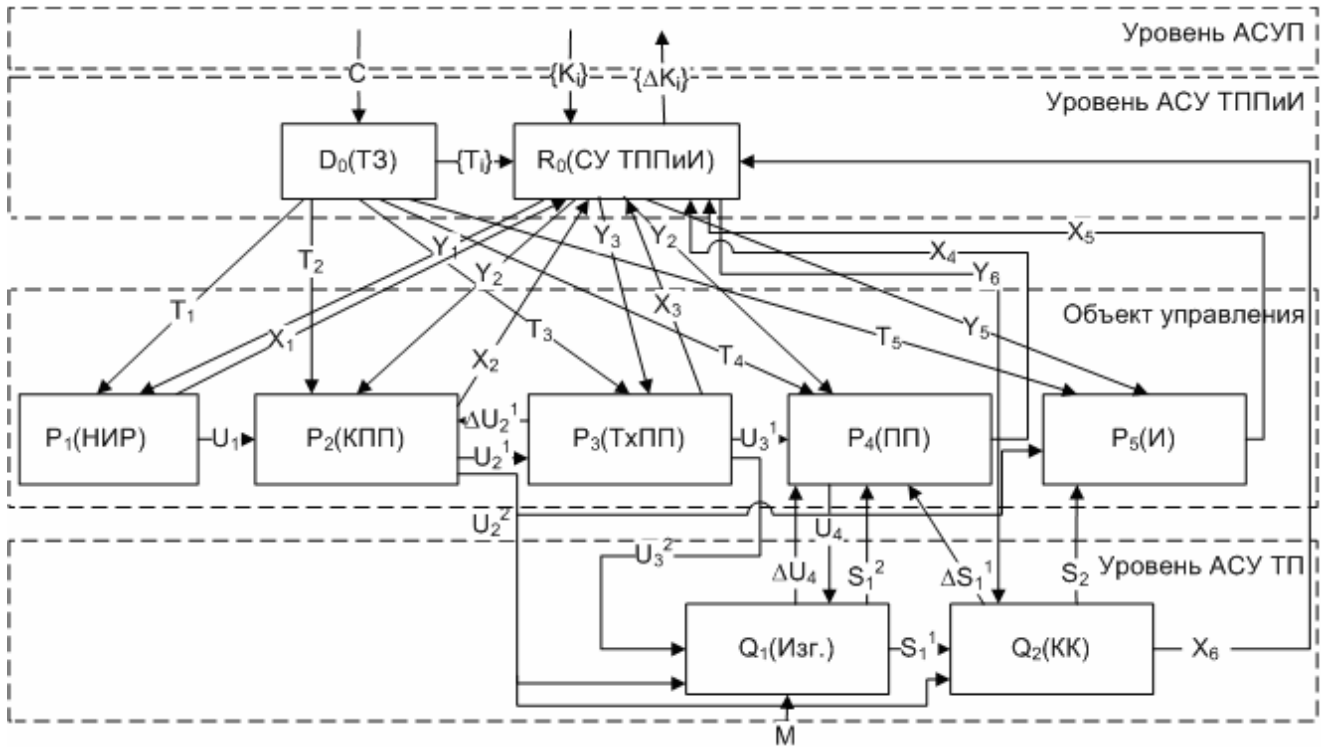


Рис. 1. Теоретико-множественная модель АСУ ТППиИ

Можно увидеть, что управляющие процедуры выполняются после каждого этапа на основании сравнения результатов с требуемыми параметрами, представленными в ТЗ. Модель имеет 4-е уровня иерархии:

*Первый уровень* – автоматизированная система управления организацией (предприятием), АСУП.

*Второй уровень* – уровень управления технической подготовкой производства, изготовления и испытания опытного изделия.

*Третий уровень* – уровень реализации основных этапов ТППиИ.

*Четвертый уровень* – уровень управления технологическими процессами.

Информационные преобразования в автоматизированной системе.

*Первый уровень* (см. рис.) – автоматизированная система управления организацией (предприятием) АСУП, информационно определяет функционирование автоматизированной системы управления технической подготовкой производства, изготовления и испытания опытного изделия (АСУ ТППиИ). АСУП задает целевую функцию для АСУ ТППиИ, включающую множество критериев  $A$  оценки выполнения каждого из этапов ТППиИ,

$A = F(K)$ , где  $K = \{K_i\}$  – множество критериев показателей качества изделия и (или) качества выполнения работ на этапах (далее по тексту – множество критериев).

Указанные критерии отражаются в техническом задании  $C$  для совокупности процессов, управляемых АСУ ТППиИ.

*Второй уровень* – уровень управления технической подготовкой производства, изготовления и испытания опытного изделия (АСУ ТППиИ) представлен операторами  $D_0$  и  $R_0$ .

*Оператор  $D_0$*  (блок задания) формирует множество технических заданий  $TЗ = \{T_1, T_2, \dots, T_5\}$  для каждого из этапов процесса ТПП и И. Им реализуется 5 функций.

Здесь и далее функции операторов подробно не рассматриваются в связи с ограниченностью объема работы.

*Оператор  $R_0$*  управляет работой на всех этапах создания образца наукоемкой продукции. Он реализует 7 функций.

*Третий уровень* – уровень реализации основных этапов ТППиИ, представлен операторами  $P_1 - P_5$ .

*Оператор  $P_1$*  – выполнение НИОКР (НИР), предусмотренных техническим заданием  $T_1$ . Он выполняет 2 функции.

*Оператор  $P_2$*  – выполнение работ по КПП, предусмотренных заданием  $T_2$ . Выполняет 3 функции.

*Оператор  $P_3$*  – выполнение работ по ТхПП, предусмотренных заданием  $T_3$ . Он выполняет 4 функции.

*Оператор  $P_4$*  – планирование производства (ПП), т.е. планирование работ в производственной системе. Он выполняет 2 функции.

*Оператор  $P_5$*  – испытания образца наукоемкой продукции (И).

*Четвертый уровень* – уровень управления технологическими процессами (АСУ ТП). Он представлен операторами  $Q_1$  и  $Q_2$ .

*Оператор  $Q_1$*  – изготовление опытного образца изделия. Выполняет им 3 функции.

*Оператор  $Q_2$*  – контроль деталей, узлов и изделий целиком. Он также выполняет 3 функции.

Анализируя данную модель, можно отметить следующее.

1. В модели воздействиями  $Y_1 - Y_5$  определяется завершение работ по каждому этапу или формирование итерационных процедур (см. принципы 2 и 5).

2. Учитывая стадийность работ по каждому этапу (для стадии последующего этапа требуется лишь часть информации предыдущего), возможно совмещение работ разных этапов во времени (см. принцип 6).

3. Показатели  $\{K_i\}$  и производные от них критерии логически увязаны с техническим заданием для каждого этапа  $\{T_i\}$  (см. принцип 7).

4. В модели отсутствует дублирование функций, что обуславливает определенность решений (см. принцип 4).

5. Иерархичность и смысл процедур соответствуют иерархии принятия решений при управлении производственными системами в машиностроении (см. принцип 3).

6. Состав этапов, управляемых АСУ ТППиИ, вписывается в логику структуры жизненного цикла машиностроительных изделий (см. принцип 1).

Реализация остальных принципов выполняется при разработке временны́х моделей и алгоритмов принятия решений в АСУ ТППиИ.

Автоматизированная система реализуется как экспертная система поддержки принятия решений, т.е. как «советующая» *лицу принимающему решение* (ЛПР). Таковым, как правило, является руководитель проекта по созданию образца НПП. По его распоряжению, для отдельных этапов ответственным может назначаться кто-либо из состава проектной группы.

Оценка проектных решений выполняется последовательно на каждом этапе выбранными экспертами с помощью заранее доведенной до них системы частных критериев  $K = \{K_i\}$ , производных от технического задания, и учитывающих мировой опыт проектирования подобных изделий. Автоматизированной системой на основе частных критериев синтезируется обобщенный, помогающий ЛПР принять решение о продолжении работ на этапе, либо о переходе на следующий.

Эксперты работают анонимно, с учетом возможностей системы могут работать удаленно и быть представителями других организаций. Подбор экспертов – весьма важная задача, требует отдельного разговора, поэтому нами подробно не затрагивается.

По завершению работ на всех этапах определяется общая оценка качества проекта.

Дальнейшим этапом работ должно явиться создание на основе правил преобразования и обмена информацией операторами представленной теоретико-множественной модели, а также с учетом выше обозначенного принципа б темпоральной [9] (временнóй) структуры функционирования АСУ ТППиИ. Указанные две модели (теоретико-множественная и временная) явятся основой для разработки методов, моделей и алгоритмов принятия решений в автоматизированной системе.

#### Список литературы

1. Управление жизненным циклом продукции / А.Ф. Колчин, М.В. Овсянников, А.Ф. Стрекалов, С.В. Сумарков. – М.: Анархист, 2002. – 304 с.
2. Бурдо Г.Б. Модель автоматизированной системы управления качеством в многономенклатурном машиностроительном производстве / Г.Б. Бурдо, А.Ю. Сорокин // Программные продукты и системы. – 2013. – №4(104). – С. 248-253.
3. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. – Введ. с 2013-01-01. – М.: Стандартиформ, 2012. – 36 с.
4. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: Системный подход. – М.: Мир, 1981. – 456с.
5. Бурдо Г.Б. Автоматизированная система управления процессами создания наукоемких машиностроительных изделий / Г.Б. Бурдо, О.В. Стоянова // Программные продукты и системы. – 2014. – № 2 (106). – С. 164-170.
6. Бурдо Г.Б. Интеллектуальные процедуры планирования и управления в производственных системах геофизического приборостроения // Программные продукты и системы. – 2011. – №3(95). – С.107-110.
7. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика; Инфра-М, 2010. – 432 с.
8. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такахага – М.: Мир, 1978. – 311 с.

9. Еремеев А.П. Средства темпорального вывода для интеллектуальных систем реального времени / А.П. Еремеев, И.Е. Куриленко // Интеллектуальные системы: Коллективная монография. Вып 4. – М.: Физматлит, 2010. – С. 222-252.

Сведения об авторах:

*Бурдо Георгий Борисович* – д.т.н., профессор, зав. кафедрой технологии и автоматизации машиностроения ТвГТУ, г. Тверь;

*Испирян Нина Васильевна* – доцент кафедры технологии и автоматизации машиностроения ТвГТУ, г. Тверь;

*Испирян Светлана Рафаиловна* – к.т.н., доцент, доцент кафедры общей физики ТвГТУ, г. Тверь.