

**ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЦЕССА
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ
ПО ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ Р ИСО 9001–2015
ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕИНЖИНИРИНГЕ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

С. В. Пономарев, С. В. Мищенко

*Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»,
ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия;
kafedra@uks.tstu.ru*

Ключевые слова: процесс проектирования и разработки; рекомендации; стадии выполнения; этапы осуществления стадий.

Аннотация: Рассмотрены основные стадии и этапы деятельности при осуществлении процесса проектирования и разработки технических систем в соответствии с требованиями международных стандартов ISO серии 9000. Особое внимание уделено содержанию и этапам выполнения второй крупной стадии «разработка» в рамках данного процесса.

Введение

Введенные в конце 2015 года новые стандарты [1, 2] содержат требования и рекомендации по осуществлению процесса проектирования и разработки при совершенствовании и(или) радикальной перестройке действующих в организации технологических аппаратов и оборудования, производственных процессов, информационно-измерительных и управляющих систем.

К сожалению, в настоящее время многие считают, что термины «проектирование» и «разработка» являются синонимами. При написании отчетов о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах и даже в научно-технических статьях имеются случаи, когда, в стремлении избежать повтора одного и того же слова в одном или двух соседних предложениях, авторы текстов заменяют термин «проектирование» на термин «разработка» или наоборот.

Отличие понятий «проектирование» и «разработка»

Представляет интерес определение термина «проектирование», приведенное в учебном пособии по управлению качеством процессов и продукции в системе менеджмента качества, выполненной по требованиям международных стандартов ISO серии 9000: «Проектирование – это процесс перевода требований технического задания на язык чертежей и инструкций для изготовления продукции» [3, 4].

Рассмотрим процесс проектирования и разработки на примере создания информационно-измерительной и управляющей системы (**ИИУС**).

Проектирование – все, что делается в проектной организации с момента подписания контракта и утверждения технического задания и до момента передачи заказчику отчета об осуществленных проектных работах с комплектом чертежей, инструкций, опытных образцов, и последующего подписания акта о приеме-передаче результатов выполненных работ и перечисления денег (за успешно выполненную работу) заказчиком на расчетный счет исполнителя.

Разработка – очень важная стадия процесса проектирования и разработки, выполняемая после завершения работ по вычерчиванию сборочных чертежей, чертежей деталей, принципиальных электрических и пневматических схем, алгоритмов функционирования проектируемой системы, осуществляемая после их утверждения руководителем проектных работ.

Главная цель стадии разработки – изготовление опытного образца проектируемого изделия, а затем (в ходе практической проверки его работы и поведения испытаний в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации) подтверждение того, что полученные в результате испытаний выходные данные процесса проектирования и разработки полностью соответствуют входным данным, утвержденным заказчиком в техническом задании.

Если данные, полученные в результате испытаний опытного образца, свидетельствуют о том, что выходные данные процесса проектирования не в полной мере соответствуют требованиям технического задания, то поступают следующим образом. После анализа и выявления содержания и причины выявленного несоответствия планируют и осуществляют как коррекцию (для устранения несоответствия путем внесения изменений в конструкцию и содержание имеющейся документации проекта), так и корректирующие действия [2], направленные на устранение причины, имеющейся в процессах проектной организации, из-за которой было допущено выявленное несоответствие.

После модернизации имеющегося или изготовления нового опытного образца проектируемого изделия (аппарата, оборудование, продукции, блока, программы или системы), проводят его испытания в целях получения убедительных доказательств того, что выходные данные проектирования полностью соответствуют входным данным, сформулированным и утвержденным заказчиком в техническом задании на проектирование.

Собственно, *разработка* начитается в тот момент, когда по утвержденным чертежам, схемам, математическим моделям и алгоритмам начинают изготавливать детали и узлы будущего изделия, изготавливать и осуществлять монтаж печатных плат электронных блоков, составлять и отлаживать программы для осуществления сбора и обработки экспериментальных данных, а также для управления функционированием проектируемой ИИУС.

После изготовления и сборки технической части системы, осуществляют ее отладку и испытания независимо от других составных частей системы. Одновременно, отдельно отлаживают, испытывают и проверяют работу как изготовленных электронных блоков, так и уже составленного программного обеспечения проектируемой ИИУС.

Утвердив результаты проведенных испытаний каждой из составных частей системы по отдельности, осуществляют интеграцию (объединение) этих отдельных частей в единую ИИУС. На данном этапе разработки вновь выполняют отладку, испытания и проверяют правильность функционирования проектируемой ИИУС в целом.

После успешного завершения испытаний опытного образца ИИУС в лаборатории проектной организации, составляется план проведения испытаний в присутствии представителей Заказчика в условиях, приближенных к реальной экс-

платации. Если испытания в присутствии Заказчика подтвердили соответствие выходных данных проектирования требованиям технического задания, составляют акт приемки-передачи результатов проектных работ, а затем проводят окончательный финансовый расчет за выполненную работу по проектированию изделия (продукции, блока, программы или системы).

Процесс проектирования и разработки включает в себя две крупные стадии работ: начальную стадию проектирования и разработку. Рассмотренные ниже по тексту основные стадии и этапы процесса проектирования и разработки проиллюстрированы примерами применительно к проектированию информационно-измерительной и управляющей систем, состоящих из:

- технического обеспечения (включая конструкцию устройства, его электронные блоки, а также плату для сбора и ввода данных в компьютер и передачи командных сигналов при управлении работой составных частей ИИУС);
- математического, алгоритмического и программного обеспечений, необходимых для управления функционированием ИИУС.

Проектирование

Первая стадия проектирования в процессе проектирования и разработки должна включать в себя выполнение следующих шести этапов работ.

1. *Уточнение и доработка технического задания на проектирование ИИУС и его согласование с заказчиком.*

Техническое задание – документ, на основании которого (при возникновении разногласий между Заказчиком и Исполнителем) в арбитражном суде будет решаться вопрос о выполнении или невыполнении взаимных обязательств между сторонами, заключившими договор; поэтому студентам при выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ необходимо приобрести опыт составления технических заданий на проектирование. Многим специалистам не придется участвовать в реальном проектировании, однако вероятно им потребуются готовить проекты технических заданий для исполнителей хозяйственных договоров.

2. *Изучение опыта, накопленного предшествующими поколениями исследователей и проектировщиков, составление обзора литературы и проведение патентного поиска по теме выполняемой научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы.*

Этап особенно важен в тех случаях, когда заключенный сторонами контракт предусматривает выполнение проекта на уровне изобретения с последующим получением патента на спроектированный процесс или продукт.

3. *Принятие концептуального решения (после составления литературного обзора и проведения патентного поиска) о том, какой принцип действия и какой тип конструкции будут положены в основу проектируемого изделия или системы.*

На данном этапе необходимо получить ответы на большое число вопросов:

- какой метод (способ) выполнения технологических, измерительных или иных операций будет использован в основе проекта;
- какой вариант конструкции устройства следует использовать для осуществления технологических, измерительных или иных операций;
- каким должен быть внешний вид проектируемого изделия и каким эргономическим и дизайнерским требованиям это изделие должно удовлетворять;
- какой вид источника энергии следует использовать;

– на какой уровень квалификации персонала (при эксплуатации проектируемого изделия) следует ориентироваться при выполнении проектных работ и т.п.

4. *Создание математической модели проектируемого изделия (блока, процесса, программы или системы), формулирование целевой функции (функционала), определение постановки задачи оптимизации и ее решение*

Целью выполнения четвертого этапа является выбор наилучших:

- режимных параметров процессов работы проектируемого изделия;
- основных конструкционных размеров технической части создаваемого изделия;
- условий функционирования алгоритмов и программ для обработки экспериментальных данных и управления работой изделия.

В итоге выполнения работ данного этапа появляются математические модели, постановки задач оптимизации, в результате решения которых определяются ориентировочные значения оптимальных режимных параметров процессов, рациональные значения основных конструкционных размеров устройств, а также наилучшие условия функционирования алгоритмов и программ, создаваемых для обработки экспериментальных данных и управления работой ИИУС.

5. *Осуществление работ по вычерчиванию чертежей сборочных единиц и чертежей деталей, принципиальных схем автоматизации, электрических и монтажных схем электронных блоков, схем подключения технических средств системы к управляющему компьютеру, а также создание алгоритмов для обработки экспериментальных данных и управления процессами функционирования проектируемой ИИУС.*

В результате выполнения работ данного этапа появляется комплект (проверенных ответственными лицами и утвержденных руководителем проекта) чертежей деталей и сборочных единиц, принципиальных и монтажных схем, математических моделей, решенных задач оптимизации и алгоритмов, по которым в дальнейшем изготавливают, отлаживают и испытывают опытный образец создаваемого изделия (продукции, блока, программы или системы).

6. *Составление и утверждение сметы затрат и плана мероприятий, требующихся для осуществления дальнейших работ по созданию опытного образца проектируемой ИИУС, в том числе, определяется потребность в закупке необходимых деталей, блоков, инструментов, приборов и программных продуктов.*

После успешного окончания шестого этапа работ, завершающего первую крупную стадию «Проектирование», начинается вторая крупная стадия осуществления процесса «Проектирование и разработка», которую обычно называют «Разработка». Стадия должна включать восемь этапов.

Разработка

7. *Изготовление деталей, узлов, электронных блоков проектируемого объекта, составление программ и закупка комплектующих.*

Этап начинается в тот момент времени, когда, по утвержденным планам работ и сметам затрат, чертежам, схемам, математическим моделям и алгоритмам, приступают к процессам изготовления деталей, программирования и закупок, в ходе которых изготавливают необходимые детали и узлы, печатные платы блоков, составляют программы и приобретают необходимые материалы, сырье, комплектующие изделия, приборы и средства автоматизации, программное обеспечение и другие необходимые для дальнейшей работы средства.

8. *Сборка единицы продукции из изготовленных деталей и закупленных комплектующих изделий, проверка их работоспособности и, при необходимости, осуществление отладки, проведение испытаний работы собранных технических средств (независимо от других составных частей будущей ИИУС).*

Сборка из закупленных электронных элементов, резисторов, диодов, реле, транзисторов и микросхем электронных блоков и проверка их работоспособности и, при необходимости, отладки и испытания (отдельно от работы других составных частей будущей ИИУС).

Составление на основе ранее разработанных математических моделей и алгоритмов программы для сбора и обработки экспериментальных данных, а также для управления процессами функционирования создаваемой ИИУС, а затем осуществление отладки и испытаний создаваемого программного обеспечения на основе использования контрольных примеров (независимо от работы технических средств и электронных блоков).

9. *Интеграция (объединение) созданных на предыдущем этапе технических, электронных и программных средств в единую информационно-измерительную и управляющую систему (ИИУС).*

10. *Отладка работы и всесторонние испытания функционирования составных частей ИИУС:* технических средств; электронных блоков; программного обеспечения в условиях их совместной работы в составе объединенной ИИУС.

В результате появляется единая интегрированная ИИУС, в целом успешно функционирующая в соответствии с разработанными алгоритмами под управлением созданного программного обеспечения, но, как правило, имеющая недостаточно хорошие метрологические характеристики.

11. *Отладка и проведение испытания ИИУС (в лаборатории проектировщика) при проведении измерений с использованием эталонных образцов и средств.*

Целью этапа – экспериментальное получение технических и метрологических характеристик функционирования ИИУС (при исследовании эталонных образцов с известными параметрами и свойствами) и их оценка на предмет соответствия требованиям технического задания Заказчика. При необходимости разрабатывают методику и алгоритм введения поправок на систематические погрешности измерений [5], создают необходимые алгоритмы и программы, а затем включают данные программы в состав метрологического и программного обеспечения проектируемой и разрабатываемой ИИУС.

Если результаты проведенных испытаний ИИУС не в полной мере соответствуют требованиям технического задания, то специалисты проектной организации должны выявить сущность имеющихся несоответствий в работе технического, математического, алгоритмического и программного обеспечений создаваемой системы, затем запланировать и осуществить так называемые коррекции (исправляющие действия, направленные на устранение выявленных несоответствий), провести повторные испытания ИИУС.

Наряду с выполнением коррекций, в процессах деятельности проектной организации следует выявить причины, по которым в проекте появились несоответствия, затем, запланировать и осуществить так называемые корректирующие действия, направленные на устранение причин проявившихся несоответствий (имеющихся в процессах деятельности специалистов проектной организации).

После получения (во время испытаний в лаборатории Исполнителя) убедительных свидетельств того, что выходные данные процесса проектирования и разработки соответствуют входным данным, сформулированным в техническом задании на проектирование, можно перейти к очередному этапу работы.

12. *Проведение приемо-сдаточных испытаний в условиях реальной эксплуатации ИИУС, которые иногда осуществляют в лаборатории Исполнителя (в присутствии одного или нескольких представителей Заказчика), но, чаще всего, такие испытания проводят в организации Заказчика.*

При выявлении в функционировании созданной ИИУС недостатков, Исполнитель осуществляет доработку системы и устранение выявленных несоответствий, а затем предъявляет доработанную ИИУС на повторные приемо-сдаточные испытания.

13. *Передача Заказчику отчета о выполненной работе с комплектом чертежей, схем, математических моделей, алгоритмов и программ после успешного завершения приемо-сдаточных испытаний.* Изготовленный опытный образец созданной ИИУС тоже передается Заказчику.

14. *Составление акта приемки-сдачи результатов выполненных работ.*

На основании этого составленного акта в дальнейшем производится окончательный финансовый расчет между Заказчиком и Исполнителем.

Заключение

Опыт использования изложенных выше рекомендаций по осуществлению основных этапов двух крупных стадий в рамках процессов «Проектирование и разработка» свидетельствует о получении положительных результатов при практическом выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в ТГТУ, посвященных созданию ИИУС для исследования теплофизических свойств материалов [6 – 8].

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Система менеджмента качества. Требования. – Введ. 2015–11–01. – М. : Стандартинформ, 2015. – 32 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. 2015–11–01. – М. : Стандартинформ, 2015. – 52 с.
3. Пономарев, С. В. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества : учеб. пособие / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, В. Я. Белобрагин. – М. : Стандарты и качество, 2004. – 248 с.
4. Управление качеством процессов и продукции. В 3 кн. Кн. 1. Введение в системы менеджмента качества процессов в производственной, коммерческой и образовательной сферах : учеб. пособие / С. В. Пономарев [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С. В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 240 с.
5. Рекомендации по разработке методики введения поправок на систематические погрешности измерения теплофизических свойств веществ / С. В. Пономарев [и др.] // Метрология. – 2013. – № 10. – С. 38 – 46.
6. Гуров, А. В. Измерение теплофизических свойств теплоизоляционных материалов методом плоского «мгновенного» источника теплоты : монография / А. В. Гуров, С. В. Пономарев ; под науч. ред. С. В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 100 с.
7. Любимова, Д. А. Измерение теплофизических свойств теплоизоляционных материалов методом регулярного режима третьего рода : монография / Д. А. Любимова, С. В. Пономарев, А. Г. Дивин ; под науч. ред. С. В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 80 с.
8. Пономарев, С. В. Применение математических основ метрологии при оптимизации режимных параметров методов и основных конструктивных размеров устройств для измерения теплофизических свойств веществ : монография / С. В. Пономарев, А. Г. Дивин, Д. А. Любимова ; под науч. ред. С. В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с.

Execution of “Design and Development” Process in Compliance with the Requirements of GOST R ISO 9001 :2015 when Modernizing and Reengineering Technical Systems

S. V. Ponomarev, S. V. Mishchenko

*Department “Mechatronics and Technological Measurements”,
TSTU, Tambov, Russia;
kafedra@uks.tstu.ru*

Keywords: “Design and development” process; execution stage; implementation stages; recommendations.

Abstract: The paper gives recommendations on the main stages and milestones in the implementation of the process “Design and development” of technical systems in accordance with the requirements of international standards ISO 9000, with special attention paid to the content and execution stages of the second major phase “Development” in the framework of this process.

References

1. Federal Agency on Technical Regulating and Metrology, *GOST R ISO 9001-2015. Sistema menedzhmenta kachestva. Trebovaniya* [State Standards of the Russian Federation 9001-2015. Quality management systems – Requirements (IDT)], Moscow: Standartinform, 2015, 32 p. (In Russ.)
2. Federal Agency on Technical Regulating and Metrology, *GOST R ISO 9000-2015. Sistema menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar'* [State Standards of the Russian Federation 9000-2015. Quality management systems – Fundamentals and vocabulary (IDT)], Moscow: Standartinform, 2015, 52 p. (In Russ.)
3. Ponomarev S.V., Mishchenko S.V., Belobragin V.Ya. *Upravlenie kachestvom produktsii. Vvedenie v sistemy menedzhmenta kachestva* [Quality Management. Introduction to the quality management system], Moscow: Standarty i kachestvo, 2004, 248 p. (In Russ.)
4. Ponomarev S.V., S Mishchenko.V., E Mishchenko.S., Grebennikova N.M., Balabanov P.V., Evlakhin R.N., Zlobin E.V., Konysheva N.A., Mozgova G.V., Churikov A.A., Shishkina G.V. *Upravlenie kachestvom protsessov i produktsii. V 3 kn. Kn. 1. Vvedenie v sistemy menedzhmenta kachestva protsessov v proizvodstvennoi, kommercheskoi i obrazovatel'noi sferakh* [Quality management of processes and products. Book 1 of 3. Introduction to the quality management system processes in the industrial, commercial and educational fields], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO “TGTU”, 2012, 240 p. (In Russ.)
5. Ponomarev S.V., Divin A.G., Balabanov P.V., Gurov A.V., Divina D.A., Postnikova A.E. *Rekomendatsii po razrabotke metodiki vvedeniya popra-vok na sistemicheskie pogreshnosti izmereniya teplofizicheskikh svoystv veshchestv* [Recommendations for the development of methods, corrected for systematic measurement error-cal thermal properties of substances], *Metrologiya* [Metrology], 2013, no. 10, pp. 38-46. (In Russ.)
6. Gurov A.V., Ponomarev S.V. *Izmerenie teplofizicheskikh svoystv teploizolyatsionnykh materialov metodom ploskogo «mgnovennogo» istochnika teploty* [Measurement of thermal properties of thermal insulation materials by a flat "instant" heat source], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO “TGTU”, 2013, 100 p. (In Russ.)

7. Lyubimova D.A., Ponomarev S.V., Divin A.G. *Izmerenie teplofizicheskikh svoystv teploizolyatsionnykh materialov metodom regul'yarnogo rezhima tret'ego roda* [Measurement of thermal properties of thermal insulation materials by regular condition of the third kind], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO "TGTU", 2014, 80 p. (In Russ.)

8. Ponomarev S.V., Divin A.G., Lyubimova D.A. *Primenenie matematicheskikh osnov metrologii pri optimizatsii rezhimnykh parametrov metodov i osnovnykh konstruktsionnykh razmerov ustroystv dlya izmereniya teplofizicheskikh svoystv veshchestv* [Application of mathematical foundations of metrology in the optimization of regime parameters and methods of the main structural dimensions of the device for measuring the thermal properties of substances], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO "TGTU", 2015, 160 p. (In Russ.)

Erfüllung des Prozesses „die Projektierung und die Entwicklung“ nach den Forderungen des staatlichen Standartes von 9001:2015 bei der Modernisierung und der Reingeniering der technischen Systeme

Zusammenfassung: Sind die Hauptstadien und die Etappen der Tätigkeit bei der Verwirklichung des Prozesses „die Projektierung und die Entwicklung“ der technischen Systeme entsprechend den Forderungen der internationalen Standards ISO einer Serie 9000 empfohlen, dabei ist die besondere Aufmerksamkeit dem Inhalt und den Etappen der Erfüllung des zweiten grossen Stadiums „die Entwicklung“ im Rahmen dieses Prozesses zugeteilt.

Exécution du processus «Conception et élaboration» selon les exigences de GOSTR ISO 9001:2015 lors de la modernisation et la réingénierie des systèmes techniques

Résumé: Sont recommandés les stades et les étapes principaux de l'activité lors de la mise en œuvre du processus de «Conception et élaboration» des systèmes techniques en conformité avec les normes internationales de la série ISO 9000; l'accent particulier est mis sur le contenu et les étapes de l'exécution de la deuxième grande phase «Développement» dans le cadre de ce processus.

Авторы: *Пономарев Сергей Васильевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Мехатроника и технологические измерения»; *Мищенко Сергей Владимирович* – доктор технических наук, профессор, научный руководитель кафедры «Мехатроника и технологические измерения», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.

Рецензент: *Спиридонов Сергей Павлович* – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономический анализ и качество», директор института экономики и качества жизни, ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.
