

Единая система производственно-технологической документации. Основные принципы и подходы к созданию

**М. Ю. СОРОКИН – председатель
Совета директоров ЗАО «Институт
«Севзапэнергомонтажпроект»**

**В. А. ЛОБАНОВ – советник
Генерального директора ЗАО «Институт
«Севзапэнергомонтажпроект»**

Заявленный темп ускоренного ввода АС в России, задачи удвоения генерирующих «атомных» мощностей, программа реструктуризации отрасли и, в связи с этим, создание института инжиниринговых компаний-генеральных подрядчиков на базе генеральных проектировщиков, требуют новых, нетрадиционных подходов к процессу проектирования и строительства атомных электростанций.

Все эти реалии требуют взглянуть на технологическое обеспечение сооружения АС как на элемент проектирования жизненного цикла АС как части единой системы и выстроить концепцию технологического проектирования строительства и монтажа оборудования унифицированного блока, если не сегодняшнего В-320, если не актуального АЭС-2006, то перспективного АЭС-2012.

Опыт нашего института, полученный на всех этапах сооружения АС, уже сегодня позволяет обеспечить монтажную технологичность и производственную безопасность проекта, избежать многих технологических ошибок при монтаже оборудования, и от объекта к объекту ведет к повышению качества монтажных и сварочных работ, к снижению стоимости и сокращению сроков сооружения АС.

Однако, этот же опыт позволяет и заставляет взглянуть на процесс технологического проектирования сооружения АС с несколько нетрадиционной точки зрения и предложить Концепцию единой системы производственно-технологической документации.

Предлагаемая в этой статье Концепция разработки ключевых технологий строительного-монтажных работ в рамках Единой системы производственно-технологической документации соответствуют принципам системной и программной инженерии стандарта ISO/IEC 15288:2008 и требованиям «Проекта XD» – подходам, новым для российского энергетического менеджмента, сегодня широко обсуждаемым и применяемым.

Основная задача, реализуемая через Концепцию, есть участие в управлении жизненным циклом АС посредством создания технологий

их сооружения, реконструкции и технического перевооружения как в целом, так и отдельных очередей, сооружений и технологических комплексов, при демонтаже и установке единичного оборудования и выводе из эксплуатации АС, а также инструментальное и аппаратное обеспечение исполнения технологий и комплексный контроль их соблюдения.

Прежде чем перейти к изложению самой концепции, её основным определениям и положениям, попытаемся проанализировать сегодняшнюю ситуацию.

Основанием для разработки Производственно – технологической документации является Действующая нормативно-техническая документация Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (ФС ЭТАН) «Атомные станции», в том числе ПНАЭ Г-7-008-89 Раздел 4 «Изготовление и монтаж», в котором определено, что «Изготовление, монтаж и ремонт оборудования и трубопроводов АС следует вести в соответствии с производственно-технологической документацией (ПТД) (технологическими инструкциями, картами технологических процессов и др.), регламентирующей содержание и порядок выполнения всех технологических и контрольных операций»

Федеральная целевая программа и «Дорожные карты» предписывают, **где и когда** нужно построить, проект АС говорит, **что именно** нужно построить, в производственно – технологической документации сказано о том, **как** это нужно построить.

Производственно-технологическая документация (ПТД) разрабатывается поэтапно в течении жизненного цикла АС.

- На этапе проектирования и размещения.
- На этапе разработки, проектирования и производства основного оборудования.
- На этапе строительства.
- На этапе эксплуатации (обслуживание, ремонт и модернизация).
- На этапе вывода из эксплуатации (демонтажа).

Производственно-технологическая документация разрабатывается в 5 этапов (технического проекта, рабочей документации, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации), за 3 периода (подготовительный, основного строительства, завершающий), подразделяется по 2 видам (предварительный и основной) и 2 методам (совмещённый и чистый) монтажа.

Все разделы ПТД, разрабатываемые в рамках технологического проектирования

сооружения АС, должны учитывать опыт, накопленный при строительстве АС в Российской Федерации и лучшие технологические решения зарубежных стран и определять, в том числе:

- технологическую последовательность производства работ;
- содержание и сроки выполнения отдельных этапов работ;
- сроки предельно фронта и требования к необходимым условиям производства работ;
- порядок инженерного оборудования и обустройства строительной площадки;
- организацию поточного строительства на площадке;
- технологию и оптимальную механизацию работ критического пути;
- распределение СМР по годам строительства;
- тематические задачи по годам строительства;
- требования к охране труда, экологической безопасности и качеству работ.

Содержание производственно-технологической документации, документы и материалы, входящие в ПТД, в наиболее общем (полном) виде могут быть сгруппированы в 15 основных разделов и детализированы до 70 подразделов (всего более 2600 томов документации), приводить которые в рамках настоящей статьи мы считаем нецелесообразным. Достаточно будет ограничиться классификацией ПТД верхнего уровня, подготовленной нами в процессе работы над концепцией.

При этом обращаем внимание читателей на то место, которое занимают непосредственно Проекты производства работ (ППР), хотя многие авторы заменяют понятие ПТД понятием ППР.

Проектные работы по объектам (разработка ПТД), входящим в перечень «Особо сложных объектов», оплачиваются на стадии проектирования АС за счет средств на проектно-исследовательские работы (Глава 12 Сводного сметного расчета). Основание – Указание №03-75/КВ-130-14 от 10.03.88 года Министерства атомной энергетики СССР и Министерства энергетики и электрификации СССР.

Проектные работы по вспомогательным объектам, не входящие в перечень «Особо сложных объектов», и работы по организации площадок монтажных подразделений выполняются и/или оплачиваются за счет накладных расходов монтажных организаций (предприятий).

На практике в процессе технологического проектирования, разработки ПТД может участвовать более 20 организаций, которые зачастую сами устанавливают себе её содержание, кодировку, правила оформления и согласования.

Промежуточные выводы

– Производственно-технологическая документация разрабатывается по всем зданиям (более 50 зданий) в 5 этапов, 3 периода, подразделяется по 2 видам и 2 методам монтажа.

– Содержание производственно-технологической документации по каждому из зданий, документы и материалы, входящие в ПТД, в наиболее общем (полном) виде могут быть сгруппированы в 15 основных разделов и детализированы до 70 подразделов.



– Разработка ПТД начинается за 6-12 месяцев до начала строительно-монтажных работ и продолжается до энергетического пуска АС.

– В объем производственно-технологической документации (ПТД) входит более 2600 томов документации.

– Общая трудоёмкость разработки при этом превысит 7000 человеко-месяцев.

– В процессе технологического проектирования, разработки ПТД может участвовать более 20 организаций.

Таким образом, мы имеем достаточно большой набор «инструкций по сборке» АС, растуший и изменяющийся от года к году массив документации, живой организм, «взрослеющий» вместе с АС, требующий имени, фамилии, прописки и средств к существованию.

Единая система производственно-технологической документации

Под Единой системой производственно-технологической документации (в дальнейшем ЕСПТД) нами понимается совокупность организационных и технических решений, структурных и финансовых взаимодействий, направленных на обеспечение безопасной и безаварийной строительно-монтажной деятельности на объектах использования ядерной энергии на всех этапах жизненного цикла АС.

Под совокупностью организационных и технических решений понимается единая и непрерывная система нормативно-технологической и организационно-технологической документации, объединяемая строительно-монтажной деятельностью.

Основными задачами построения единой системы являются:

- радикальное сокращение сроков и стоимости ввода в эксплуатацию АС, снижение стоимости и повышение эффективности эксплуатации, технического обслуживания, модернизаций и ремонтов, позволяющие достичь конкурентных преимуществ;

- обеспечение полноты, согласованности, контролируемой доступности всей информации о конфигурации сооружённой АС, её эксплуатации в части строительно-монтажной деятельности, состояния активов (в частности, основного оборудования, капитальных строений, подъёмно-транспортных средств) в рамках АС, эксплуатирующей организации, отрасли;

- поддержка принятия стратегических и тактических управленческих решений с учетом всех этапов жизненного цикла АС, включая определение состава и объемов ресурсов, распределение ресурсов по проектам, привлечение внешних ресурсов, оптимизацию движения рабочей силы и кадрового проектирования АС и пр.;

- поддержка основных бизнес-процессов на АС и их «бесшовная» интеграция между этапами жизненного цикла и «функциональными» рабочими местами (конструктора, прораба, сварщика, логистика, контролера и т. д.);

- высококачественный инжиниринг;
- метрологическое обеспечение СМР;
- Сертификация подрядчиков;
- развитые отчеты о состоянии СМР и тенденциях качества.

Целью разработки единой и непрерывной системы ПТД является обеспечение на всех этапах жизненного цикла АС монтажной технологичности и производственной безопасности проекта, недопущение технологических ошибок при монтаже (демонтаже) оборудования, повышение качества монтажных и сварочных работ, а также снижение стоимости и сокращение сроков строительно-монтажных работ.



Процесс технологического проектирования сооружения АС должен включать в себя все виды работ, которые обеспечивают возможность успешного строительства, лицензирования, пуска и передачи станции Заказчику (эксплуатирующей организации), её нормальную эксплуатацию, а также последующий вывод АС из эксплуатации.

Порядок разработки

Процесс технологического проектирования, представляющий собой процесс разработки ЕСПТД, является составной частью проектирования АС и должен осуществляться в виде единого комплексного процесса, проектные решения должны охватывать совокупность организационных и технических решений, структурных и финансовых взаимодействий, направленных на обеспечение строительно-монтажной деятельности на всех этапах жизненного цикла АС.

Процесс технологического проектирования должен строиться таким образом, чтобы обеспечивалась тесная взаимосвязь между проектом, строительной технологичностью, работоспособностью, ремонтпригодностью и соответствующей комплектацией и обучением персонала, а, следовательно, и с соответствующими расходами.

В начале проектирования, на стадии технического проекта АС, необходимо сформулировать требования к документации в виде специальных требований и процедур, обязательных для выполнения каждым из участников.

Документация, необходимая в качестве исходных данных для разработки производственно-технологической документации, будет доступна всем участникам процесса технологического проектирования по их конкретному объему в данном процессе.

Документы, составляющие ЕСПТД, будут определяться достигнутым проектом уровнем детализации и уровнем экспертизы с участием специалистов различных специальностей, а также соответствовать пройденным этапам легализации.

Проектные изменения, включая изменения требований, необходимые изменения, связанные с изготовлением оборудования, строительством, испытаниями, вводом в эксплуатацию, эксплуатацией, выводом из эксплуатации должны учитываться документами ЕСПТД.

Процесс технологического проектирования должен осуществляться в виде единого непрерывного комплексного процесса.

Генеральный проектировщик обеспечивает разработку и выполнение производственно-технологической документации, управляет документацией и координирует её применение на всех этапах жизненного цикла АС и, в этих целях, может, по нашему мнению, и разрабатывать общую систему ЕСПТД, а также, как генеральный подрядчик, контролировать деятельность организаций, осуществляющих строительно-монтажную деятельность.

Генеральный проектировщик при организации системы производственно-технологической документации (ЕСПТД), может исполнять функции самостоятельно, либо привлекать для этих целей подрядную(ые) организацию(ии)-разработчика ЕСПТД.

Мы считаем допустимым проектные работы по разработке Единой системы производственно-технологической документации оплачивать за счет:

- средств на проектно-изыскательные работы (Глава 12 Сводного сметного расчета);
- средств на управление проектом сооружения АС (Глава 11 «Прочие расходы» Сводного сметного расчета);
- накладных расходов организаций (предприятий), осуществляющих управление проектом сооружения АС;
- средств на НИР (Глава 9 Сводного сметного расчета).

Целесообразным кажется введение отдельной главы, посвященной вопросам финансирования производственно-технологической документации.

Настоящая статья посвящена вопросам, связанным с созданием Единой системы производственно-технологической документации, и поэтому мы рассматриваем введение такой системы ЕСПТД и как принцип, который, с нашей точки зрения, приведёт к существенному сокращению сроков строительства.

Заключение

В целом суть предлагаемой концепции сводится к следующим положениям:

1. производственно-технологическая документация включается в состав проекта АС;
2. уровень разработки ПТД (основные положения, рабочая документация) соответствует достигнутой детализации проекта в целом;
3. ответственность за разработку системы ПТД несет генеральный проектировщик АС;
4. финансирование работ по разработке ПТД производится в составе проекта АС.

Uniform Production Records System. Main Principles and Approaches to Its Development

Mikhail SOROKIN, Chairman of Board of Directors «Sevzapenergomontazhproekt», CJSC
Vasily LOBANOV, Advisor of General Manager «Sevzapenergomontazhproekt», CJSC

To ensure the acceleration of the nuclear power plants commissioning in Russia, to double the nuclear power generation, to implement the program of the industry restructuring and to organize the activities of the engineering companies institute – General Contractors on the base of General Designers – it is necessary to implement innovative approaches to the NPPs design and construction process.

The reality requires that technical support of the NPP construction should be treated as an elements of the NPP life cycle design, as a part of the whole process. A concept of the technological design of the NPP construction and equipment assembly of the unified power-generating unit, if not the B-320 unit that is used now, then AES-2006 unit that will be used in the short-term perspective or AES-2012 unit that will be used in the long-term perspective. And a concept of the documentation development must be worked out.

Having vast experience accumulated at all stage of a NPP construction, our Institute can ensure assembly manufacturability and industrial safety of a project, help avoid many technical mistakes in the equipment assembly, and ensure the improvement of the quality of assembly and welding, as well as the reduction of the construction cost and construction period.

The same experience, however, makes it possible and necessary to use a non-traditional approach to the technological design of a NPP construction and to propose the Concept of the Uniform Production Records System.

The article highlights the Concept of Key Construction and Assembly Technologies Development within the Uniform Production Records System that conforms to the principles of ISO/IEC 15288:2008 and meets the requirements of XD Project based on new approaches used by the Russian power industry management, the approaches that are widely discussed and widely used.

The main task that is being solved by means of the Concept is to participate in the NPP life cycle management through the development of the construction technologies, NPP reconstruction and technical re-equipment, both as a whole project and of separate parts, structures and technical complexes, at the stage of assembly and mantling equipment units as well as in decommissioning of a NPP; it also includes software and hardware support of the technologies and a complex technologies control.

Before speaking about the Concept itself, its provisions and definitions, we shall make analysis of the present situation.

The development of the production records is effected as per the normative documentation of the Federal Service for Ecological, Technical and Nuclear Supervision «Nuclear Power Plants» that contains Part 4 of the Norms for NPP Г-7-008-89 «Production and Assembly» which stipulates that «Production, assembly and repair of the equipment and pipelines of a NPP must be performed in accordance with the production records (technical instructions, flow sheets, etc.), that regulate the content and procedure of all technological and control operations».

The Federal goal-oriented program and the «Road Maps» determine where and when a facility is to be built, a NPP project stipulates what exactly is to be built while the production records determine how it should be done.

The production records are developed by stages during the whole NPP life cycles.

- At the stage of design and location.
- At the stage of the development, design and production of the primary equipment.
- At the stage of construction.
- At the stage of operation (maintenance, repair and upgrade)/
- At the stage of decommissioning (dismantling).

The production records are developed at 5 stages (preliminary design, development of working documentation, construction, operation and decommissioning), within three periods (preliminary period, the period of construction, the conclusion period); the records are divided

into two types in accordance with two types of assembly (preliminary assembly and the principle assembly) and two assembly methods (combined and pure assembly).

In compiling all the parts of the production records developed in the NPP construction design, account should be made of the Russian experience in NPP construction and the best foreign engineering solutions, and should determine:

- Succession of performing the works;
- Content and the term of separate work stages;
- Term of providing fields of operation and requirements to the conditions of work performance;
- Requirements to the equipment and provision of the facilities at the construction site;
- Organization of the mass construction at the site;
- Technology and optimal mechanization of the critical path works;
- Distribution of construction and assembly works along the construction period;
- Thematic tasks for each year of the construction;
- Requirement to labor protection, environmental safety and operations quality.

The content of the production records, the documents and materials that belong to the records can be subdivided into 15 main sections and into 70 subsections (2,600 volume of documentation). It would not be reasonable to adduce the classification of the high level production records worked out in the process of the concept development.

We specially attract attention of the readers to the place occupied by the Performance Project, though many authors replace the notion of the production records by the notion of the performance project.

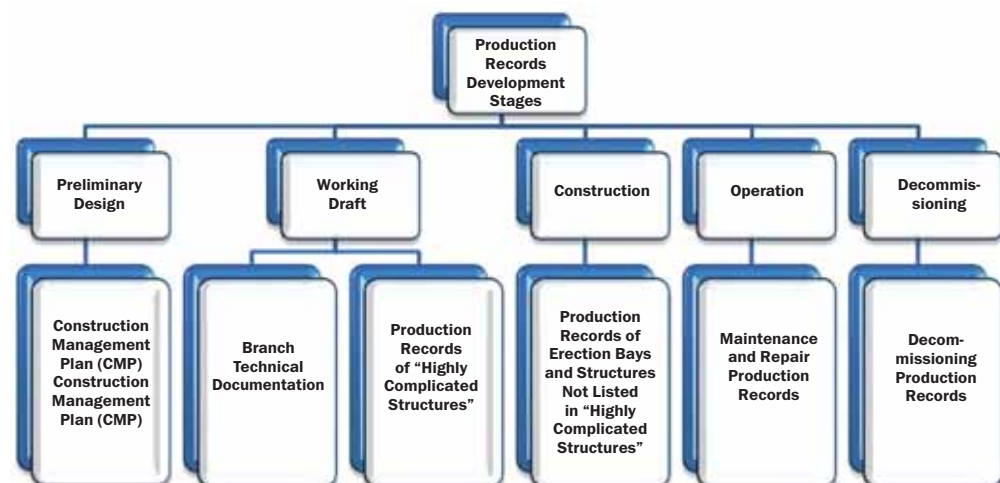
Design work in relation to the facilities (development of the production records) mentioned in the list of «Highly Complicated Facilities» is paid at the stage of the NPP design at the expense of the resources allocated to the design and survey work (Chapter 12 of the Consolidated Estimate). It is stipulated by Instruction No 03-75/KB-130-14 of March 10, 1988 of the Ministry of the Nuclear Power Engineering of the USSR and the Ministry of Power Production and Power Supply of the USSR.

Design work related to the secondary facilities that are not in the list of «Highly Complicated Facilities» and the work on site organization for assembly divisions are performed and/or paid for at the expense of overheads of assembly organizations.

In reality, in the process of the production records development more than 20 organizations can participate, each of them specifying the content of the records, coding, the rules of registration and approval procedures.

Intermediate Conclusions

- Production records are developed in relation to all buildings (over 50 buildings) by 5 stages, 3 periods, and are divided into two types and two methods of assembly.



– The content of the production records in relation to each building, documents and materials that are included into the production records can be divided into 15 main sections and 70 subsections.

– The development of the production records begins 6-12 month before the commencement of the construction and assembly and is effected till the commissioning of a NPP.

– The production records contain 2,600 documents.

– The total labor-intensiveness will exceed 7,000 person-months.

– Over 20 organizations can participate in the technical design and development of the production records.

Thus, we have a large set of «engineering instructions», a collection of documents that changes and grows from year to year. This is a living organism that matures together with the plant. It needs a name, a family name, registration and livelihood.

The Uniform Production Records System

The Uniform Production Records System is defined as a combination of organizational and engineering solutions, structural and financial interaction aimed at ensuring safe and accident-free building and assembly jobs at the facilities where nuclear power is used and at all stages of the NPP life cycle.

The combination of organizational and engineering solutions is understood as a uniform and continuous system of normative-technological and normative-organizational documentation that covers the building and assembly jobs.

The main goals of the uniform system are:

– Significant reduction of the term and the cost of a NPP commissioning, reduction of the operation cost and increase in the effectiveness of operation, maintenance, repair and upgrade in order to obtain competitive advantages;

– Ensuring the completeness, coordination, controlled accessibility of the information about the NPP configuration, performance of the building and assembly jobs, assets (in particular, about primary equipment, capital structures, handling machinery) of the NPP;

– Support in making strategic and tactical managerial decisions with due account of all stages of the NPP life cycle, including the determination of the amount of the resources, distribution of the resources along the facilities, attraction of external resources, optimization of the workforce flow and personnel design of the NPP, etc;

– Support of the main business processes and their sutureless integration between the stages of the life cycles and «functional workplaces» (of a designer, a foreman, a welder, a specialist in logistics, a controller, etc.);

– High quality engineering;

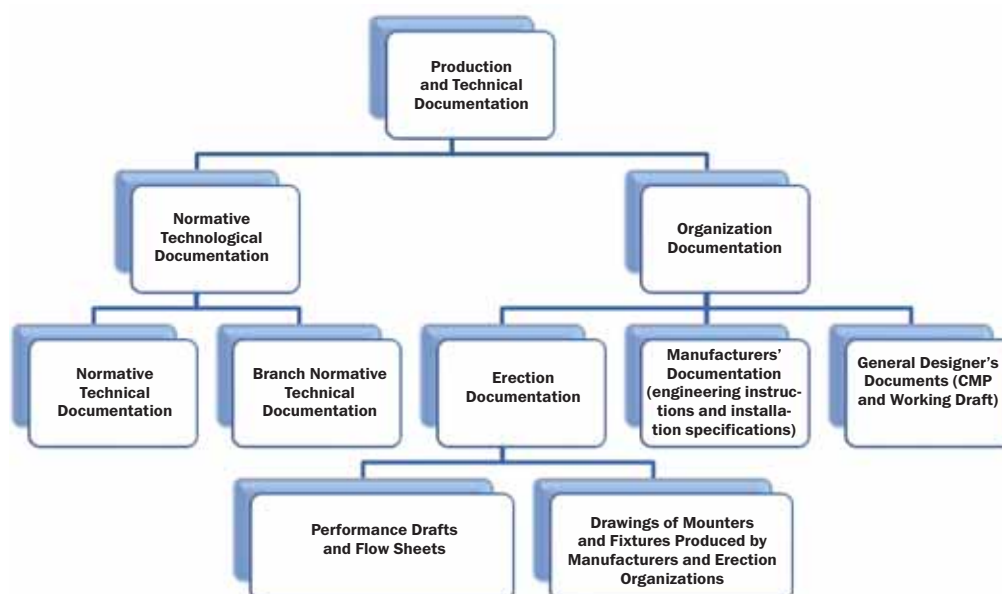
– Measurement assurance of the building and assembly jobs;

– Certification of contractors;

– Developed reports on the building and assembly jobs and quality trends.

The goal of the uniform and continuous production records system is to ensure the assembly manufacturability and industrial safety of the project at all stages of the NPP life cycles, to exclude technical mistakes during assembly (dismantling) of the equipment, to improve the quality of assembly and welding jobs, to reduce the cost and duration of the building and assembly jobs.

The process of the technological design of a NPP must include all kinds of works that en-



sure the success of the construction, licensing, commissioning and submission of the plant to the customer (operating company), normal operation of the plant and its subsequent decommissioning.

Development Procedure

Technological design which means the process of the production records development is an integral part of the NPP design and must be developed in a form of a uniform comprehensive process, the design solutions must include the whole combination of organizational and engineering solutions, structural and financial interaction aimed at ensuring the building and assembly jobs at all stages of the NPP life cycle.

The process of the technological design should ensure close interrelation of the project, the construction manufacturability, efficiency, maintainability and appropriate components completeness and personnel training and, consequently, sufficient financing.

In the beginning of the design process, at the stage of NPP preliminary design, requirements to the documentation should be formulated in the form of special requirements and procedures obligatory for observing by each participant.

The documents required for the production records development will be accessible for all the participants of the technological design process in the amount necessary for performance of their specific work.

The documents belonging to the production records will be determined by the detailed elaboration and expertise made by specialists in various fields as well as by the achieved level of legalization.

The project amendment including amendment of requirements, necessary changes related to the equipment manufacture, construction, testing, commissioning, operation and decommissioning must be stipulated in the uniform production records system.

Technological design must be effected in the form of the uniform comprehensive continuous process.

The general designer provides for the development and compiling of the production records, manages the documentation and coordinates its application at all stages of the NPP life cycle. With this aim in view the general designer, in our opinion, can develop the general production records system and in his capacity of the

general contractor can coordinate the activities of the organizations engaged in the building and assembly jobs.

During the production records system organization the general designer can act independently or use the services of contractors – developers of the system.

We think it to be admissible to cover the cost of the design work aimed at the development of the uniform production records system using:

– the means allocated to the design and survey works (Chapter 12 of the Consolidated Estimate);

– means allocated to the NPP construction project management (Chapter 11 «Other Expenses» of the Consolidated Estimate);

– the overhead expenses of the organizations engaged in the NPP construction project management;

– means allocated to R&D (Chapter 9 of the Consolidated Estimate).

It seems to be expedient to have a separate chapter on the matters of financing the development of the production records system.

The article deals with the issues of the uniform production records system development. That is why we consider the introduction of such system as the key principle the application of which, in our view, will result in significantly reduced period of construction.

Conclusion

Upon the whole the proposed concept comes to the following provisions:

The production records must be included into the NPP Project.

The level of elaboration of the production records (the Main Provisions, technical documents) conforms to the achieved level of detailed elaboration of the whole project.

The General Designer is responsible for the development of the production records system.

Financing of the production records system development is effected with the use of the means allocated to the Project implementation.