



Автоматизация системы контроля качества при организации строительства особо опасных и технически сложных объектов в России

Ч.О. Бахтинова, М.Э. Чунаева

Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет

Аннотация: В данном исследовании разработана модель автоматизации системы контроля качества при организации строительства особо опасных и технически сложных объектов в России. В модели использованы исходные и пополняемые базы данных общих и специальных журналов работ, а также база данных аттестационно-разрешительной документации и установленные между ними связи. Разработанная модель позволит оптимизировать площади для хранения документов в административно-бытовых корпусах и обеспечит одномоментный доступ к информации всех заинтересованных лиц.

Ключевые слова: контроль качества, автоматизация контроля качества, организация строительства, проектная документация, рабочая документация, опасные и технически сложные объекты.

Строительство особо опасных и технически сложных объектов является неотъемлемой частью экономического развития нашей страны. К опасным и технически сложным объектам относятся электростанции, в качестве источника энергии использующие энергию водного потока (ГЭС); тепловые электростанции (ТЭЦ), которые и производят электроэнергию, и являются источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения, в виде пара и горячей воды, обеспечивающие горячее водоснабжение и отопление гражданских и промышленных зданий; атомные электростанции (АЭС), объекты инфраструктуры водного транспорта и космонавтики.

Согласно статистическим данным, в Российской Федерации общий строительный объем особо опасных и технически сложных объектов, введенных в эксплуатацию объектов в 2019 году, составил 652,2 млн.м³. Из них 88,92 млн.м³ занимает объем промышленных объектов [1], в то время, как общее количество особо опасных промышленных объектов (ОПО) составляет – 22 465 (см. таблицу № 1).



Организация строительства особо опасных и технически сложных объектов на территории Российской Федерации осуществляется в соответствии с требованиями защиты жизни и здоровья граждан страны, охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений и т. д. [2]

Таблица 1

Действующие особо опасные промышленные объекты РФ

Виды существующих особо опасных промышленных объектов	Количество объектов, шт.
Металлургических и коксохимических производств	1 446
Объекты обращения взрывчатых материалов	816
Предприятия химической промышленности	I–II классов опасности 4 250
Объекты нефтегазодобычи	8 019
Объекты нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности и объекты нефтепродуктообеспечения	4 140
Объекты магистрального трубопроводного транспорта и подземного хранения газа	3 235
Объекты энергетики	559
Всего:	22 650

Для соблюдения вышеуказанных требований при строительстве особо опасных и технически сложных объектов используется система контроля качества организации строительных работ [3, 4]. В теоретическом понимании контроль качества имеет несколько видов: нормативный, фактический и эксплуатационный [5, 6]. В данном исследовании будет рассматриваться фактический уровень – контроль производственных процессов. Совершенствование системы контроля качества в части работы с первичной и вторичной учетной информацией, а именно - автоматизация ведения общих

и специальных журналов работ, является наиболее актуальным направлением при контроле производственных процессов [7, 8].

Журналы работ являются источником сведений для осуществления оценки соответствия строительной продукции проектной документации, а также требованиям технических регламентов [9]. В настоящее время журналы имеют традиционный характер, в виде рукописного заполнения не отвечающие современным требованиям в работе с информацией, с повышением уровня сложности объекта строительства усложняется работа с заполнением данных. Как известно, в журналы записываются в хронологическом порядке сведения: о производимых работах, места их выполнения, указываются основные материалы, оборудование и изделия, примененные технологии, погодные условия, температурный режим, результаты лабораторного контроля, а также выявленные недостатки (рис. 1). Записи о производстве работ в общий и специальный журналы работ вносит представитель лица, осуществляющего строительство, ответственный за производство работ. Записи о строительном контроле лица, осуществляющего строительство, вносит уполномоченный представитель лица, осуществляющего строительство по вопросам строительного контроля [10].



Рис. 1. – Вид и организация хранения общих журналов работ

Как и все виды документов в строительстве, форма общего журнала работ до сегодняшнего дня изменялась в соответствии с нормативными документами (см. рис. 2).



Рис. 2. – Нормативные документы, оказавшие влияние на форму общего журнала

Интенсивность выполнения смежных работ, многочисленность участников строительства (преимущественно иностранных), высокий процент специализированных потоков и использование в большом количестве технологических трубопроводов устанавливают специфику ведения общего журнала. Одна из особенностей общего журнала работ – отдельная их регистрация на каждый комплекс работ, имеющих разные разрешения на строительство. Если объект или пусковой комплекс состоит из отдельных титулов, то общий журнал работ заводится отдельно на каждый титул.

Основными недостатками в ведении общего журнала работ являются задержка поступления информации с участка производства работ; недостаточное количество трудовых ресурсов для консолидации электронного журнала и рукописного заполнения; медленное заполнение сотрудниками строительного контроля.

Имеются примерные проблемы и с ведением специальных журналов, документов фиксирующих выполнение отдельных видов работ.

Основные недостатки ведения специальных журналов: одномоментно с журналом работает только один человек; скорость внесения данных ограничена скоростью письма, заполняющего журнал сотрудника; читаемость текста зависит от почерка; наличие опечаток и ошибок при ручном переносе данных, рукописном заполнении ввиду многочисленных цифробуквенных обозначений в номерах линий, номерах оборудования, наименовании участков и т.д.; отсутствие необходимого места для внесения информации, поступившей с задержкой; журнал подвержен порче в результате механического воздействия, или воздействия влаги; требуется организация временного и постоянного хранения; отсутствуют прямые связи с иными документами, отсутствует возможность фильтрации информации; требуется чтение большого объема информации при поиске необходимых сведений; отсутствует возможность корректировок опечаток; отсутствует порядок дополнения сведениями в случае упущения.

В связи с перечисленными недостатками, в настоящее время возникает потребность в совершенствовании системы контроля производственных процессов. В рассматриваемой модели автоматизации сортировка данных в специальных журналах работ более детальна, чем в общем журнале работ, сведения систематизированы по смысловому признаку и вносятся в соответствующую графу с названием, определяющим порядок и состав вносимых сведений. Такой вид представления информации удобен для восприятия и анализа. В общем журнале работ Раздел 3 «Сведения о выполнении работ в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства» является основным разделом, отражающим ход выполнения работ. Формой раздела предусмотрено внесение всех сведений за исключением даты в одну графу. Известно, что

стандартных формулировок по внесению сведений о выполнении работ нет, что в совокупности с внесением всей информации в виде сплошного текста осложняет поиск и анализ данных, а при значительном объеме работ и многочисленных номерах участков, линий и т. д. становится долгим и трудозатратным процессом. Форма раздела 3 общего журнала работ представлена на рис. 3.

РАЗДЕЛ 3
Сведения о выполнении работ в процессе строительства, реконструкции,
капитального ремонта объекта капитального строительства

<i>№№/пп</i>	<i>Дата выполнения работ</i>	<i>Наименование работ, выполняемых в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства</i>	<i>Должность, фамилия, инициалы, подпись уполномоченного представителя лица, осуществляющего строительство</i>
1	2	3	4

Рис. 3. – Раздел 3 общего журнала работ

Одним из способов минимизации человеческого фактора при ведении журналов, является использование каталогов и автозаполнение. В его основе лежит система связанных баз данных:

- база первичных данных, основанных на проектной и разработанной на ее основе рабочей документации (база первичных данных ПД и РД), включает в себя конструкции, материалы, объем и виды работ с привязкой к листам рабочей документации. База разрабатывается с соблюдением иерархической структуры данных. В табличной форме предусматриваются номера пусковых комплексов, титульных объектов и титулов, марки и марочные комплекты рабочей документации, зоны производства работ, виды работ, наименования элементов, единицы измерения и количество, отметки, а также сведения о лицах, выполняющих работы;

- базы данных, представляющие собой специальные журналы работ. Они формируются на основе информации из базы первичных данных ПД и РД и накопительных сведений, поступающих в процессе выполнения работ;

- база данных, представляющая собой общий журнал работ. Эта база формируется на основе базы первичных данных ПД и РД, баз специальных журналов работ и сведений, поступающих в процессе выполнения работ, осуществления контроля качества и формирования исполнительной документации.

Схема движения информации представлена на рис. 4. Пример базы первичных данных ПД и РД строящегося газоперерабатывающего завода представлен на рис. 5.1 и 5.2.

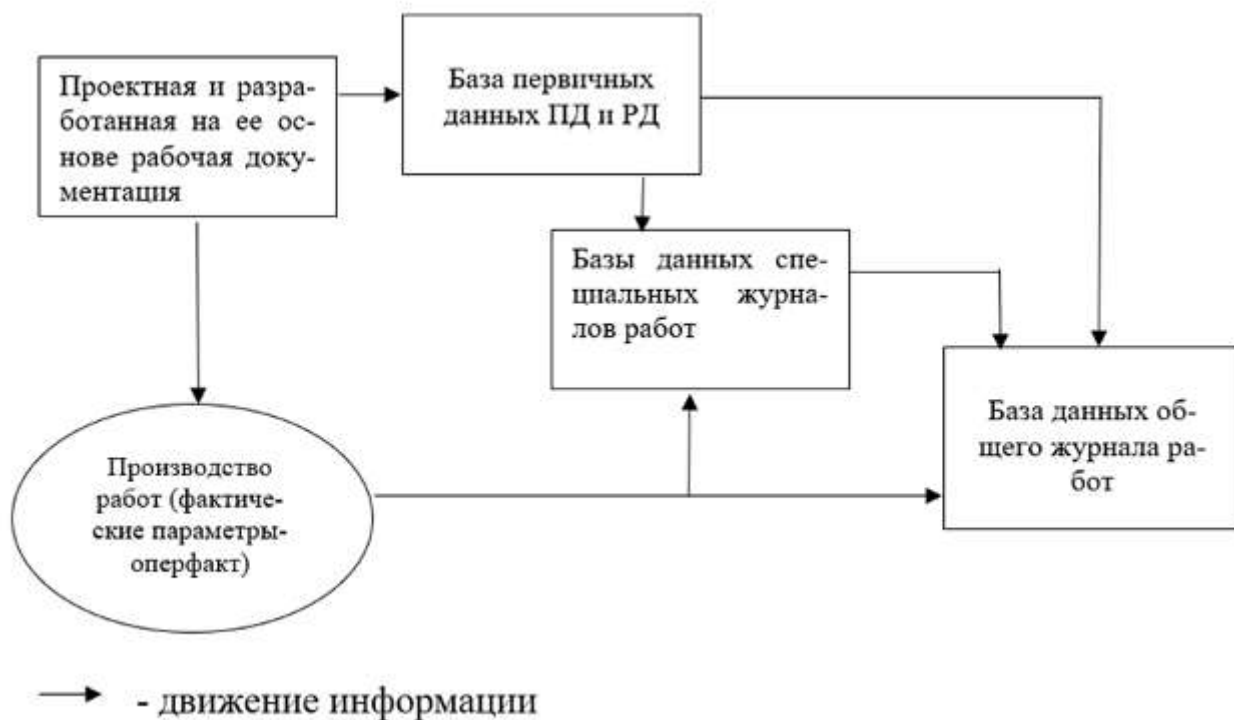


Рис. 4. – Схема движения потоков информации

На основе базы первичных данных ПД и РД, формируется перечень работ, используемый в виде выпадающих списков при описании выполненных работ. Формулировки работ на начальной стадии должны быть проанализированы и стандартизированы.

данных специальных журналов для ознакомления с детальной информацией о виде работ. Пример установления связей между видами работ, указываемыми в общем журнале работ и специальными журналами работ, приведен в таблице 4.

Таблица 4

Сопоставление видов работ и специальных журналов работ

Вид работ	Наименование журнала	Примечание
Забивка свай	Журнал забивки свай Сводная ведомость забитых свай	
Бетонирование	Журнал бетонных работ	
Уход за бетоном	Журнал контроля температуры бетона	При условии среднесуточной температуры наружного воздуха менее 5 С
Монтаж металлоконструкций	Журнал работ по монтажу строительных конструкций	В том числе: конструкций вертикальных цилиндрических резервуаров
Монтаж деревянных конструкций		
Монтаж сборных железобетонных конструкций		
Монтаж ограждающих конструкций		
Сварка строительных конструкций	Журнал сварочных работ	
Сварка труб	Журнал сварки труб	
Устройство антикоррозионного покрытия	Журнал производства антикоррозионных работ	
Устройство гидроизоляции		
Устройство огнезащиты		
Прокладка кабеля	Журнал прокладки кабелей	
Термическая обработка	Журнал термообработки	



Также устанавливаются связи между базами данных специальных журналов работ. Такие связи нужны для журналов, относящихся к одному виду работ и имеющих в своем составе одинаковую информацию. В таблице 5 приведена информация о журналах, имеющих связь, а также выделены общие сведения.

База данных общего журнала работ содержит сведения согласно требованиям формы, а также дополнительные графы, позволяющие сортировать и анализировать внесенную информацию. Так, при возможности фильтрации сведений, заводить отдельные базы данных общих журналов работ по титулам не требуется, достаточно в единой базе воспользоваться фильтром в графе, содержащей номер титула, аналогично с маркой, марочным комплектом и участком. При работе с большими массивами данных, простейший прием с разукрупнением информации, касаясь описания работ по графам, позволит устанавливать связи, настраивать учетно-отчетную систему и осуществление оперативного контроля.

Базы данных специальных журналов работ содержат основные и дополнительные графы, согласно нормативно установленной форме специального журнала работ. Для автоматизации контроля качества требуются графы, содержащие нормативные требования к контролируемым параметрам для сравнения при вводе фактических данных. При выявлении отклонений в ходе автоматического сопоставления сведений, отражается соответствующая информация в базе специального журнала работ, а также автоматически вносится отметка об отклонении в базе данных общего журнала работ в графах, относящихся к разделу 5 «Сведения о строительном контроле уполномоченного представителя лица, осуществляющего строительство». Источник нормативных показателей - проектная и разработанная на ее основе рабочая и организационно-технологическая документация (ПОС, ППР, ТК) [11].

Таблица 5

Специальные журналы работ и имеющиеся связи

Специальный журнал работ 1	Специальный журнал работ 2	Общая информация
Журнал забивки свай	Сводная ведомость забитых свай	Дата погружения, номер свай
Журнал бетонных работ	Журнал контроля температуры бетона	Дата бетонирования, конструкция, расположение, вид бетонной смеси, класс бетона по прочности на сжатие, метод выдерживания
Журнал выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением	Журнал контрольной тарировки динамометрических ключей	Дата, момент
Журнал сварочных работ	Журнал пооперационного контроля монтажно-сварочных работ при возведении вертикального цилиндрического резервуара	Дата, номер стыка, свариваемые элементы, сведения о сварщике, сведения об ответственном за производство сварочных работ, результаты контроля качества.
Журнал работ по монтажу строительных конструкций	Журнал пооперационного контроля монтажно-сварочных работ при возведении вертикального цилиндрического резервуара	Дата, монтируемые конструкции, результаты контроля качества.
Журнал сварочных работ	Журнал работ по монтажу строительных конструкций	Дата, свариваемые конструкции (элементы).

Важной частью является аттестационно-разрешительная документация: аттестация персонала (область и сроки); наличие допусков и разрешений; приказы и прочее.

Сведения об аттестационно-разрешительной документации состоят из документов в бумажном и (или) электронном виде. Информация систематизируется в табличной форме и представляют собой дополнительную базу данных, связанную с базами данных специальных журналов работ и базой данных общего журнала работ. В случае окончания срока действия аттестации или допуска в журналах будет отражена соответствующая информация.

В списках инженерно-технического персонала баз данных специальных журналов работ автоматически, исходя из параметров работ (тип сварного соединения, диаметр и т. д.) и информации об аттестации сотрудников, формируется список лиц, имеющих право на выполнение работ. Таким образом, осуществляется контроль за выполнением работ сотрудниками с соответствующими квалификациями.

С целью закрепления ответственных лиц по видам работ (выполнение или контроль) составляется матрица закрепления ответственных лиц, состоящая из граф:

- пусковой комплекс;
 - титул;
 - наименование организации;
 - роль;
 - вид работ (марки или марочные комплекты РД);
 - ФИО;
 - должность;
 - приказ (№ и дата);
-



- идентификационный номер в национальном реестре специалистов в области строительства;

- номер телефона и адрес электронной почты;

- замещающий.

Программный комплекс должен иметь WEB-доступ и интуитивно понятный интерфейс. Для каждого сотрудника должна быть создана учетная запись с присвоением роли. Роль определяет основные возможности доступа:

- чтение (Ч);

- внесение записей (З);

- подпись (П).

Внесение данных в базы общих и специальных журналов работ осуществляется систематически, согласно вышеуказанным матрицам. Лица, ответственные за производство работ, вносят фактические сведения (оперфакт):

- даты и место производства работ;

- виды работ;

- сведения об исполнителях;

- погодные условия;

- температурный режим;

- прочее.

Представители лабораторий вносят результаты испытаний, сотрудники, осуществляющие строительный контроль, вносят сведения о результатах такого контроля, или подтверждают замечания, выявленные автоматически.

Также для полноценной работы системы автоматического ведения журналов необходимы сведения о материалах, изделиях и конструкциях, в частности, технической сопроводительной документации и сведения о фактическом вовлечении в монтаж.

В результате проведенного исследования установлено, что:

1. Существующая система контроля качества имеет недостатки, в большинстве это громоздкие процессы взаимодействия участников строительства, работа с первичными и вторичными учетными данными, квалификация работников и оформление исполнительной документации, а также недостатки действующих нормативных документов.

2. Документирование хода строительства и регистрация фактических параметров, характеризующих качество строительной продукции, фиксируются в общих и специальных журналах работ. Журналы являются источником информации для осуществления оценки соответствия строительной продукции требованиям проектной и разработанной на ее основе рабочей документации, а также требованиям технических регламентов.

3. На основе результатов детального рассмотрения существующего порядка, разработана модель автоматизации системы ведения журналов работ по средствам программного обеспечения. В основе модели находятся исходные и пополняемые базы данных общих и специальных журналов работ, а также база данных аттестационно-разрешительной документации и установленные между ними связи.

Ведение журналов работ посредством программного обеспечения позволит оперативно вносить сведения в журналы, связывать журналы друг с другом, автоматизировать анализ данных, оперативно выявлять отклонения. Применение в основе модели автоматизации ведения журналов базы данных на основе проектной и разработанной на ее основе рабочей документации, позволит применять стандартизированные формулировки при описании работ, выпадающие списки, сокращающие время на ввод информации и минимизирующие влияние человеческого фактора. Отражение в программном комплексе сведений из допуск-разрешительной и организационно-технологической документации позволит автоматизировать



контроль параметров, технологическую последовательность и выполнение работ сотрудниками, имеющими допуски. Также позволит оптимизировать площади для хранения документов в административно-бытовых корпусах и обеспечит одномоментный допуск к информации всех заинтересованных лиц.

4. Основным недостатком предложенной модели является подписание документов усиленными квалифицированными электронными подписями готовых документов, которое требует дополнительного законодательного регулирования.

Литература

1. Строительство в России. 2020: Стат. сб. / Росстат. М., С 863, 2020. 113 с.
2. Кузьмина Т. К., Кузьмина Т. К., Сенаторов М. В. Возможности внедрения информационных комплексов для составления исполнительной документации в строительстве // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 4. С. 395–400. DOI 10.24412/2071-6168-2021-4-395-400.
3. Байбурин А. Х. О разработке стандартов саморегулируемых организаций по оценке системы контроля качества строительства. Инженерно-строительный журнал. 2010. № 3. С. 24–26.
4. Неровная Ю. А. Организация контроля исполнительной документации на объектах строительства // Наука без границ. 2020. № 5 (45). С. 96–106.
5. Грабовой Л. Г. Организация, планирование и управление строительного производства. Учебник. Липецк: ООО «Информ», 2006. 304 с.
6. Дикман Л. Г. Организация строительного производства: учебник для строит. вузов. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 608с.



7. Соколов Н. С., Михайлова С. В. Организация технического надзора с помощью BIM-технологий при строительстве нефтеперерабатывающего завода // Евразийский союз ученых. 2020. № 4-4(73). С. 46–48.

8. Синенко С. А., Дорошин И. Н., Гнатусь М. А. Совершенствование подготовки исполнительной документации по возведению зданий и сооружений в современных условиях // Инженерный вестник Дона. 2020. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6302

9. Цопа Н. В., Карпушкин А. С. Исполнительная документация в строительстве: состав и порядок ведения // Экономика строительства и природопользования. 2020. № 4 (77). С. 56–65. DOI 10.37279/2519-4453-2020-4-56-65.

10. Евтушенко Д. Е., Колоколов М. Е., Пацук О. В. Проблемы контроля качества // Производственный менеджмент: теория, методология, практика: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, г. Новосибирск, 15 февраля 2018 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», кафедра производственного менеджмента и экономики энергетики; под общей редакцией кандидата экономических наук С. С. Чернова. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2018. 157 с.

11. Ткаченко А. Н., Казаков Д. А., Мерциев А. А. Обеспечение качества при строительстве объектов нефтегазового комплекса // Трубопроводный транспорт [теория и практика]. №3 (37). 2013. С. 36–39.

References

1. Stroitel'stvo v Rossii. 2020: Stat. sb. [Construction in Russia]. 2020: Stat. coll. Rosstat. M., С 863, 2020. 113 p.



2. Kuz'mina T. K., Kuz'mina T. K., Senatorov M. V. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2021. № 4. pp. 395–400. DOI 10.24412/2071-6168-2021-4-395-400.
3. Bajburin A. H. Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. 2010. № 3. pp. 24–26.
4. Nerovnaya YU. A. Nauka bez granic. 2020. № 5 (45). pp. 96–106.
5. Grabovoj L. G. Organizaciya, planirovanie i upravlenie stroitel'nogo proizvodstva. [Organization, planning and management of construction production]. Uchebnik. Lipeck: OOO «Inform», 2006. 304 p.
6. Dikman L. G. Organizaciya stroitel'nogo proizvodstva: uchebnik dlya stroit. vuzov. [Organization of construction production: a textbook for construction universities]. M.: Izdatel'stvo Associacii stroitel'nyh vuzov, 2006. 608p.
7. Sokolov N. S., Mihajlova S. V. Evrazijskij soyuz uchenyh. 2020. № 4-4(73). pp. 46–48.
8. Sinenko S. A., Doroshin I. N., Gnatus' M. A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6302
9. Copa N. V., Karpushkin A. S. Ekonomika stroitel'stva i prirodoopol'zovaniya. 2020. № 4 (77). pp. 56–65. DOI 10.37279/2519-4453-2020-4-56-65.
10. Evtushenko D. E., Kolokolov M. E., Pacuk O. V. Proizvodstvennyj menedzhment: teoriya, metodologiya, praktika: sbornik materialov XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Novosibirsk, 15 fevralya 2018 g. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii, FGBOU VO «Novosibirskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet», kafedra proizvodstvennogo menedzhmenta i ekonomiki energetiki; pod obshchej redakciej kandidata ekonomicheskikh nauk S. S. Chernova. Novosibirsk: Izd-vo CRNS, 2018. 157 p.



11. Tkachenko A. N., Kazakov D. A., Mershchiev A. A. Truboprovodnyj transport [teoriya i praktika]. №3 (37). 2013. pp. 36–39.