

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ
ОБЪЕКТОВ**

Е.А. Пономарева, И.В. Рыжков

*ГВУЗ "Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры"*

Информационно-измерительные системы (ИИС) контроля пространственной ориентацией объектов широко применяются в различных областях промышленности: в авиационной и космической отраслях, в машиностроении, в строительстве, в нефте- и газодобывающей отраслях.

Абсолютное повышение показателей эффективности ИИС ориентации обусловлено улучшением каждого из частных показателей (достоверность контроля, суммарное время контроля, стоимость системы). Использование в качестве компонентов ИИС инклинометрических преобразователей с улучшенными эксплуатационными характеристиками, позволяет существенно повысить эффективность системы ориентации при снижении показателя стоимости.

На территории Украины расположены 4 атомные электростанции, которые относятся к объектам повышенного риска. Поэтому мониторинг строительных конструкций атомных электростанций в процессе их эксплуатации является актуальной задачей безопасности.

В соответствии с требованием «технологического регламента объекта «Укрытие» IP-OU» служба надзора за зданиями и сооружениями проводит плановые обследования состояния строительных конструкций. На основании анализа проведенных исследований установлено, что деформационный процесс на объекте «Укрытие» продолжается.

С целью снижения дозовой нагрузки на персонал и для получения информации в реальном масштабе времени были предприняты попытки построения информационно-измерительной системы контроля строительных конструкций. Тем не менее, до сегодняшнего дня не существует ИИС контроля зданий и сооружений объекта «Укрытие», которая бы удовлетворяла предъявляемым требованиям.

В промышленном, гражданском и жилищном строительстве существенную роль играет индустриальный метод строительства, заключающийся в механизированном монтаже сооружений из сборных конструкций заводского изготовления. Удельный вес монтажных работ постоянно увеличивается, что делает их ведущим процессом в строительном производстве. При этом трудоёмкость выверки и временного закрепления строительных конструкций составляет в настоящее время от 30% до 50% от общей трудоёмкости монтажа.

В настоящее время для решения указанных задач широко применяются методы геодезической съёмки, однако они достаточно громоздки, ставят

выполнение работ в зависимости от погодных условий, не позволяют организовать непрерывный автоматический контроль состояния сооружения.

Особое место в строительстве занимают технические задачи, в которых применение геодезических приборов невозможно. К ним относится, например, строительство подземных и подводных объектов, статическое зондирование несущей способности грунтов и др.

Решение таких задач возможно лишь при использовании ИИС пространственной ориентацией объектов. Они должны обладать высокой точностью, обеспечивать возможность применения «под открытым небом» при любых погодных условиях [1, 2, 3].

Отечественная нефтегазодобывающая промышленность и геологоразведочная отрасль характеризуется большим объемом наклонно направленного и кустового бурения. В целом по Украине данный показатель составляет более 60 % [4, 5]. На сегодняшний день значительно возросло бурение на море с плавучих и стационарных буровых платформ [6, 7], а также получило мощное развитие горизонтальное бурение [8, 9, 10, 11].

По оценкам специалистов, прогнозные ресурсы нефти на Украине составляют 1,1 млрд. тонн. Основными нефтеносными районами являются Прикарпатский, Днепровско-Донецкий и Причерноморский (рис. 1).



Рис. 1. Локализация углеводородного сырья на территории Украины

Основная часть запасов находится в восточном Днепровско-Донецком бассейне, где работают нефтегазовые управления в Черниговской области – на базе Гнидынцевского и Прилуцкого месторождений, в Сумской области – на основе Охтырского и Качанского месторождений и в Полтавской области – на базе Сагайдатского, Зачепльевского, Радченковского месторождений. В этом регионе добывают более половины нефти Украины. Второе место занимает Прикарпатский нефтегазовый регион, где работают нефтегазодобывающие

управления «Бориславнефтегаз» и «Долинонефтегаз». Крупнейшие месторождения Западной Украины находятся на территории Ивано-Франковской и Львовской областей. Здесь масштабы добычи нефти невелики из-за истощения запасов. Самые большие месторождения: Долинское, Бориславское, Битковское. Причерноморская нефтегазоносная область охватывает территорию Николаевской, Одесской, Херсонской областей и северную часть Крыма. Часть месторождений расположена в пределах шельфа Черного моря и дна Азовского моря. Эта область считается перспективной, ведутся работы по поиску новых месторождений.

Месторождения нефти в Украине стары, расположены не сплошными огромными запасами, а рассыпаны на больших территориях и из-за глубокого залегания трудно поддаются освоению. В итоге, себестоимость добычи нефти в Украине очень высока.

Разведанные запасы природного газа в Украине (согласно данным издания «Нефть и газ»), составляют около 40 триллионов кубических метров (около 1 трлн. 133 млрд. куб.м.). По оценке специалистов ресурсы природного газа на Украине достигают 5 триллионов кубометров, а на больших глубинах залегания – 8,7 трлн. куб.м. В плане поисково-разведывательных работ перспективными являются Донецко-Днепровская впадина, шельф Черного и Азовского морей и Карпатский регион. В целом, украинские специалисты полагают, что потенциал недр Украины позволяет увеличить уже разведанные запасы углеводородного сырья на 80 – 90 % при значительном увеличении объемов геологоразведочных работ.

Прокладка и исследование скважин сегодня проводится с использованием компонентов ИИС не удовлетворяющих комплексному требованию эффективности. Анализ технических характеристик известных инклинометрических преобразователей и систем показывает, что наиболее используемые в качестве компонентов системы ориентации забойные инклинометрические системы СТЭ/СТС [12, 13, 14, 15] Харьковского СКТБ ГП имеют низкую точность и надежность измерения. Инклинометрические системы на базе ЗИС-4 имеют приемлемую точность, однако имеют большие габаритные размеры и имеют ограничения по области использования. ИП с кабельным каналом связи на сегодняшний день являются наиболее перспективными, хотя и продолжают работы по усовершенствованию компонентов ИИС ориентации с электромагнитным каналом связи, а также разрабатываются телесистемы с гидравлическим каналом связи.

За рубежом также уделяется большое внимание разработке, выпуску и эксплуатации инклинометрической аппаратуры. Основные направления зарубежных специалистов в области инклинометрии сконцентрированы на создании забойных систем с использованием гироскопических, феррозондовых и акселерометрических датчиков, работающих с кабельными, гидравлическими и электромагнитными каналами связи. Наиболее известными иностранными фирмами по производству компонентов ИИС контроля пространственной ориентации являются следующие фирмы: Gyrodate Inc. (США), Gearhart Owen (США), Schlumberger Anadrill (США), Sperry Sun (Великобритания), Robertson Geology LTD (Великобритания), Lentern

(Германия), Azinbee (Франция), Geoservices (Франция). Известны также и другие разработчики инклинометрической аппаратуры: французский институт нефти Institute Francais du Petrol (IFP), Seeker (Германия), фирмы OYO (Япония), CNPC(Китай) и др.

Обобщая представленные данные, можно сделать вывод, что особое внимание зарубежные исследователи и разработчики, так же как и отечественные, уделяют совершенствованию первичных инклинометрических преобразователей и каналов передачи информации.

Выбор и обоснование типа ИП, удовлетворяющего требованиям, предъявляемым со стороны системы контроля, является важнейшим аспектом, который определяет перспективы разработки, создания и эффективность эксплуатации ИИС контроля пространственной ориентации объекта.

В общем случае ИИС контроля пространственной ориентации объекта, которая является подсистемой общей системы управления, может быть представлена в виде структурной схемы, изображенной на рисунке 2.

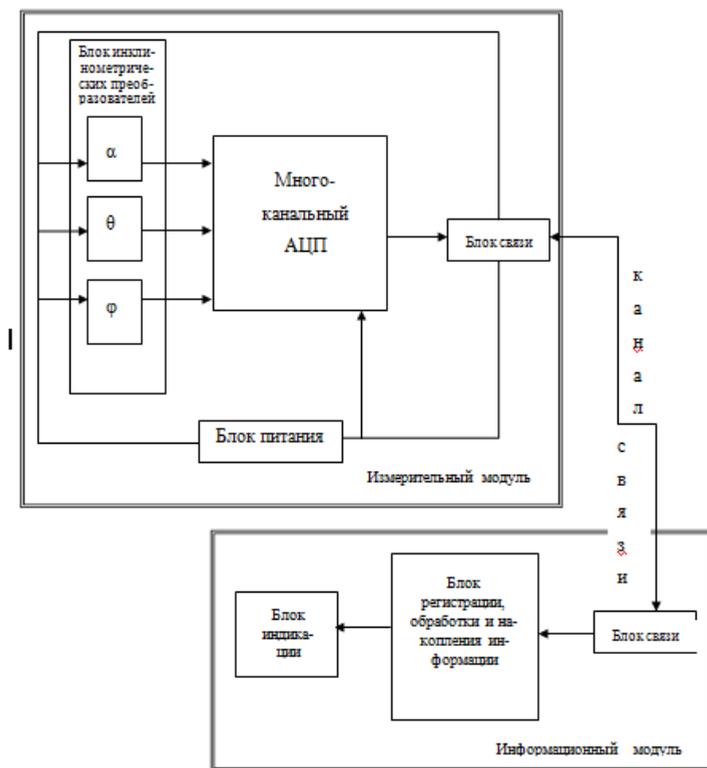


Рис. 2. Структурная схема ИИС контроля пространственной ориентации объекта

В состав структурной схемы ИИС входят измерительный и информационный модули. Передача информации между ними осуществляется по каналу связи. Проекция магнитного поля Земли, ускорения свободного падения и угловой скорости вращения Земли, измеренные блоком инклинометрического преобразователя, передаются по каналу связи в информационный модуль. В информационном модуле происходит вычисление углов пространственной ориентации объекта: азимута α , зенитного угла θ и визирного угла φ .

Принципы построения конкретных алгоритмов вычисления параметров α , θ , φ сводятся к определению зависимостей единичных ортов \vec{e}_i ($i=1, 2, 3$) неподвижного базиса R_0 , связанного с Землей, от измеряемых физических величин.

Обзор существующих компонентов ИИС, а также критический анализ известных разработок показывает, что наиболее перспективным направлением в области повышения эффективности ИИС контроля пространственной ориентации объектов является использование феррозондовых преобразователей, преобразователей с акселерометрическими датчиками и маятниковых структур преобразователей зенитного и визирного углов с бесконтактными первичными преобразователями. Данное направление позволяет достичь высоких точностных показателей ИИС, уменьшить габаритные размеры преобразователей. Выбор той или иной схемы определяется конкретной задачей, диапазонами измерения, условиями эксплуатации и предъявляемыми требованиями к метрологическим характеристикам.

Выводы.

1. Анализ технической литературы показывает, что повышение эффективности информационно-измерительных систем контроля пространственной ориентации объектов является актуальной научно-технической задачей, решение которой обеспечивает повышение качества и снижение себестоимости проведения технологических операций различного назначения.
2. Установлено, что выпускавшиеся ранее серийно магнитомеханические ИП обладают низкими точностными показателями, низкой надежностью и не могут быть использованы в качестве компонентов ИИС контроля пространственной ориентации объектов.
3. Выявлено наиболее перспективное направление на сегодняшний день, которое заключается в исследовании, разработке и создании ИП на основе феррозондовых датчиков азимута, преобразователей зенитного и визирного углов акселерометрического типа и на основе одностепенных маятников.
4. Выявлена необходимость проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований по математическому моделированию, анализу инструментальных погрешностей и разработке алгоритмического обеспечения в плане реализации концепции обеспечения повышенной точности компонентов ИИС контроля пространственной ориентации объектов.

Список использованных источников

1. Исаченко В. Х. Инклинометрия скважин. – М.:Недра, 1987. – 216 с.
2. Иванова Г. А. Измерительная инклинометрическая система для подземной навигации / А. И. Заико, Г.А. Иванова // Датчики и системы: методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: научно-практическая конференция, сентябрь, 2012.: доклад. – Пенза, 2012. – С. 195 – 199.
3. Ковшов Г. Н. Приборы контроля пространственной ориентации скважин при бурении / Г.Н. Ковшов, Г.Ю. Коловертнов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. – 228 с.
4. Энергетика полей [Электронный ресурс] // Корреспондент. – 2013. – № 1. – С 41. Режим доступа к журналу : <http://www.korrespondent.net/business/138698>.
5. Энергетика Украины [Электронный ресурс]: по данным Министерства топлива и энергетики Украины // Источник: EA Energy. – 2011. Режим доступа: <http://uaenergy.com.ua>.
6. Увеличение добычи газа на шельфе Черного моря станет еще одним шагом на пути энергонезависимости нашей страны [Электронный ресурс] // Факты. – 05.12.2012. – Название с титул. экрана.
7. Первый буровой портал [Электронный ресурс] / Евгений Мочалов // НефтеРынок. – Режим доступа: <http://www.first-drilling.com.ua/technologies/language/ru>.
8. Стелдер Дж. Л, Йорк Дж. Д, Коппер Р. Дж., и др. Многозайные горизонтальные скважины увеличивают добычу и уменьшают стоимость барреля нефти на месторождении Заута и Фаиа, Венесуэла. Сборник СНИ — SPE 69700, представленный на Симпозиум СНИ —SPE по международным термальным исследованиям и тяжелой нефти. Портмат, Остров Маргарита, Венесуэла, 12-14 марта 2001 года.
9. Гержберг Ю. М. О бурении горизонтальных скважин роторным способом / Ю. М. Гержберг // Нефтяная и газовая промышленность. – 2009. – № 6. – С. 8 – 12.
10. Еремин Н. А. О горизонтальных технологиях / Н. А. Еремин // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 2006. – № 3. – С. 36 – 37.
11. Игнатъев Б. Объединенные технологии – залог успеха (Горизонтальное бурение с применением непрерывных труб) / Б. Игнатъев // Нефть и капитал. – 2000. – № 12. – С. 59 – 62.
12. Телеметрические системы СТЭ для контроля пространственного положения скважины в процессе бурения: лицензия. – Офиц. изд. – М.: Электротехника СССР, 1976. – 6 с.
13. Чепелев В.Г. Телеметрические системы контроля забойных параметров в процессе бурения / В.Г. Чепелев // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 1990. – №4. – С. 5 – 11.
14. Рогачев О.К. Телеметрические системы как основа технологии проводки наклонно направленных и горизонтальных скважин / О.К. Рогачев // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2003. - №5. – С. 52 – 55.
15. Технические средства, методические разработки, технологии, услуги в области геофизических исследований скважин [Электронный ресурс] // ОАО НПП «ВНИИГИС». Режим доступа: <http://www.vniigis/bashnet/ru/>