

Работа посвящена проблеме взаимообусловленного влияния тектонических и техногенных факторов на состояние земной коры в районах активной хозяйственной деятельности человека в Республике Беларусь: Старобинское месторождение, Полоцкая ГЭС, магистральные трубопроводы, Островецкая АЭС. Показано, что контролирующие геодезические построения должны охватывать тектонические разломы, к которым обычно оказываются приуроченными эпицентры сейсмических событий. Желательно, чтобы высокоточные ГНСС и нивелирные измерения в геодезических построениях дополнялись геолого-геофизическими и сейсмологическими исследованиями.

Известно, что оборотной стороной наблюдаемого нами стремительного научно-технического прогресса является ухудшение экологии на планете Земля, возрастание количества аварий на инженерных сооружениях, а также увеличение геологической опасности в целом вследствие взаимообусловленности влияния различных факторов на окружающую среду.

Так жизнедеятельность людей, связанная с разработкой месторождений полезных ископаемых, строительством и эксплуатацией ГЭС, магистральных трубопроводов, тоннелей и других инженерных сооружений в совокупности с природной тектонической активностью района могут усилить геологическую опасность до катастрофического уровня [5]. Примером такого усиления являются следующие известные факты:

- Гиссарское землетрясение (23.01.1989, $M=5.5$, 30 км от Душанбе, в зоне Илякского разлома) с катастрофическими последствиями: землетрясение плюс повышенная обводненность рыхлых четвертичных отложений, обусловленная неисправностью проходящего над ними оросительного канала.

-Серия Газлийских землетрясений, произошедших на северо-западе сейсмоактивного Узбекистана в 1976-84 гг. в районе газового месторождения.

- Разрушительное землетрясение в городе Нефтегорск (Сахалин, Россия), в 1995 году (тектоническая активность, усиленная разработкой нефтяного месторождения).

- Землетрясение с $M=6.4$ в Индии, случившееся 11.12.1967 после заполнения водохранилища в районе плотины Койна, от которого погибло 177 человек.

Приведенные примеры свидетельствуют, что в практике изысканий и организации контроля над функционированием ответственных инженерных сооружений, а также состоянием земной коры в районах их расположения следует отходить от доминирующего сейчас подхода отдельной оценки каждого вида опасности (сейсмической, техногенной), а надо учитывать взаимообусловленность всех влияний.

Территория Республики Беларусь не является исключением. Она имеет сложное геологическое строение, содержит различные тектонические структуры и разломы разной степени активности. В Беларуси эксплуатируются месторождения полезных ископаемых, проходят магистральные газо и нефтепроводы, строятся ГЭС и АЭС.

Для нашей страны можно привести достаточно большое число примеров сочетания тектонических и техногенных влияний на состояние земной коры. В работе мы решили остановиться на Старобинском месторождении, магистральных трубопроводах, Полоцкой ГЭС и проектируемой Островецкой АЭС.

Старобинское месторождение

Старобинское месторождение - крупнейшее месторождение калийных солей - расположено в северо-западной части тектонически-активной структуры Припятский

прогиб на территории Минской области. Оценкой возможного влияния последствий его эксплуатации на тектонику района занималось большое число известных исследователей [1,2,6]. Результаты исследований показали, что многолетняя эксплуатация месторождения привела к сложной экологической ситуации в районе, вызванной засолением почв и подземной гидросферы, трансформацией рельефа земной поверхности, активностью сейсмотектонических процессов и другими изменениями геологической среды.

Недостатком этих исследований, на наш взгляд, является слабое использование возможностей метода повторных геодезических измерений, которые на данном месторождении ведутся практически в пределах подрабатываемых территорий, почти не затрагивая тектонические разломы, ответственные за возможные сейсмические катастрофы. Ввиду того, что грамотно поставленные повторные геодезические измерения, дополненные геолого-геофизическими и сейсмологическими исследованиями, позволяют зафиксировать деформации объекта, вызванные как тектоническими факторами, так и обусловленные совокупностью различных воздействий, обратим внимание на тектоническое строение района месторождения.

В структурном отношении Старобинское месторождение приурочено к Старобинской центриклинали, центральное место в которой занимает Стоходско-Могилевский разлом. Оно контролируется также Северо-Припятским, Ляховичским, Речицким и Червонослободско-Малодушинским разломами (рисунок 1).

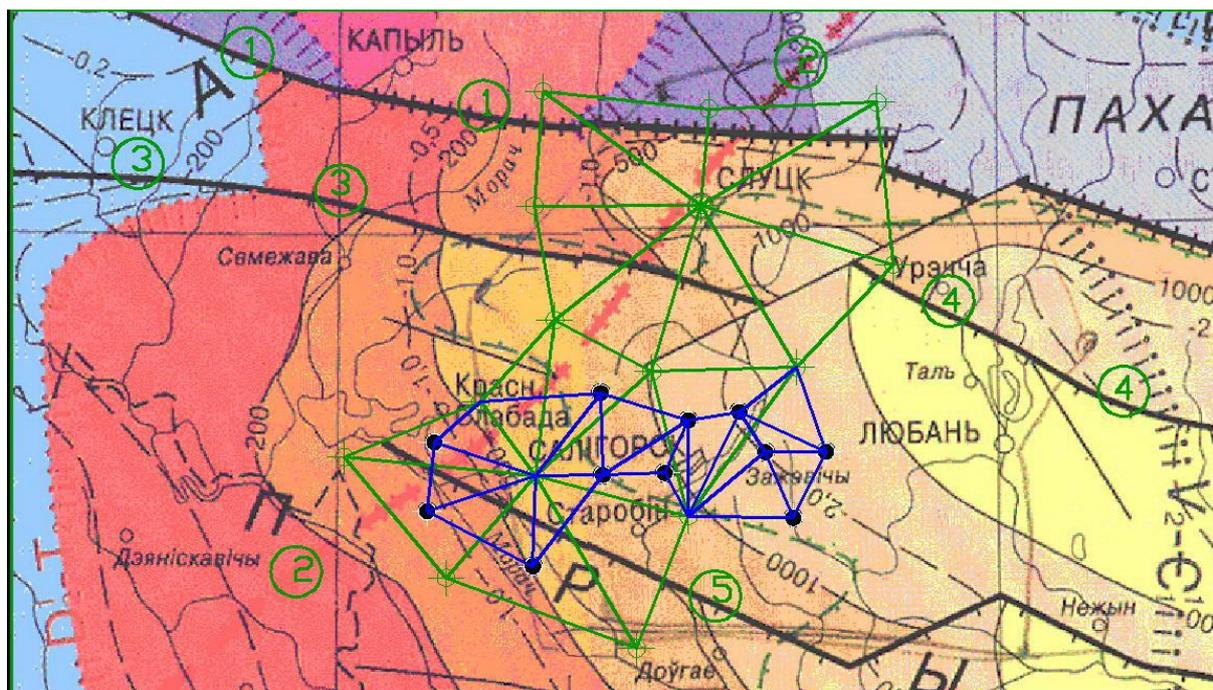


Рисунок 1 - Расположение тектонических разломов в районе Старобинского месторождения [4] и предлагаемая схема геодинамического полигона в виде треугольников (зеленым обозначены геодезические построения 1-ого уровня, синим – геодезические построения 2-ого уровня).

Тектонические разломы: 1 - Северо-Припятский; 2 - Стоходско-Могилевский; 3 - Ляховичский; 4 - Речицкий; 5 - Червонослободско-Малодушинский.

Согласно карте проявления сейсмотектонических процессов на территории Беларуси [1] максимальная концентрация землетрясений наблюдается в районе Солигорска. Эпицентры землетрясений приурочены к тектоническим разломам: Стоходско-Могилевскому, Северо-Припятскому, Ляховичскому, Речицкому и т.д.

Анализ землетрясений, наблюдаемых в течение последних 40 лет в районе Старобинского месторождения, которое разрабатывается с 1961 года, также показал на их приуроченность к тектоническим разломам. Так землетрясение 10.05.78 г. силой 4-5

баллов произошло вблизи Червонослободского разрывного нарушения; землетрясение 2.12.1983 г. ($k=9$) –на пересечении Стохотско-Могилевского и Северо-Припятского тектонических разломов; землетрясение 15.03.1988 г. (5 баллов) приурочено к Стоходско-Могилевскому тектоническому разлому; эпицентры серии землетрясений, наблюдаемых с января по сентябрь 1999 г., располагаются в зонах влияния Червонослободского и Стохотско-Могилевского тектонических разломов.

Таким образом, эксплуатация месторождения не только вызвала изменения рельефа и засоление почвы, но и активизировала сейсмотектонические процессы на разломах, контролирующих территорию разработок и город Солигорск со 100-тысячным населением, что может привести к катастрофическим событиям. Поэтому в районе Старобинского месторождения необходимо организовать геодинамический полигон (ГДП), территория которого охватывала бы все тектонические структуры и разломы (Северо-Припятский, Ляховичский, Речицкий, Червонослободско-Малодушинский и Стоходско-Могилевский) (рисунок 1). Геодезическая сеть ГДП можно организовать в виде двух уровней: первый уровень контролирует региональные разломы и состоит из 14 пунктов; второй уровень охватывает подработанную территорию и состоит также из 14 пунктов, 4 из которых совмещены с сетью первого уровня.

Измерения следует выполнять двухчастотными спутниковыми приемниками с частотой примерно один раз в 1 год.

Геодезические исследования, конечно, должны сопровождаться геофизическим и сейсмологическим мониторингом.

Полоцкая ГЭС

Полоцкая ГЭС запроектирована на реке Западная Двина у деревни Лучно. Она является частью каскада ГЭС на Западной Двине, состоящего из проектируемых Белорусских ГЭС (Полоцкой, Бешенковичской, Витебской, Верхнедвинской) и построенных в 30—70 годы Латвийских ГЭС (Кегумская, Плявиньская и Рижская общей мощностью более 1000 мегаватт).

В районе Латвийских ГЭС наблюдалась серия землетрясений (1976 г.- землетрясение в Эстонии силой 6 баллов, ощущалось и в Риге; 2004 г. –Калининградское землетрясение силой 6 баллов, в Латвии -5 баллов; декабрь 2004 г. – мерзлотные землетрясения в Риге и Даугавпилсе).

Аналогичная ситуация может возникнуть и в районе Полоцкой ГЭС, меньшей по мощности, но строящейся на той же самой реке и принадлежащей практически к тому же самому Полоцко-Курземскому поясу тектонических разломов, что и гидроэлектростанции Прибалтийского государства.

В 2006 году в районе ГЭС [9] выполнялись предпроектные геодинамические исследования, в ходе которых было установлено, что плотина Полоцкой ГЭС находится в зоне влияния двух глубинных разломов (Полоцкого и Чашникского) (рисунок 2). Разломы этой категории характеризуются изобилием оперяющих локальных разломов.

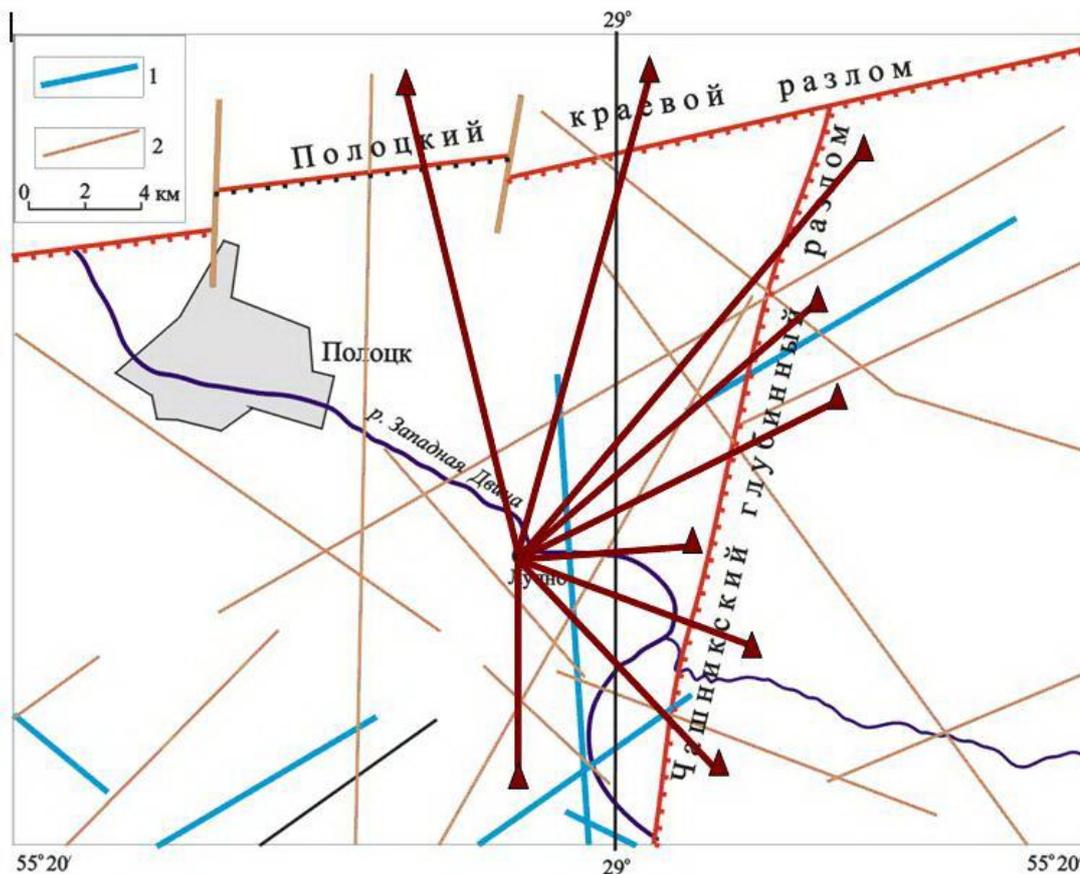


Рисунок 2 - Схема Полоцкого геодинамического полигона, наложенная на фрагмент схемы разломов литосферы Беларуси в районе Полоцкой ГЭС

1- флексурно-разломные зоны активизации; 2-разломы кристаллического фундамента; коричневыми линиями показаны стороны геодезической сети Полоцкого геодинамического полигона, запроектированной в виде обсерватории с центром в районе плотины ГЭС (Лучно).

Кроме того, в результате работ по хоздоговору была составлена детальная схема расположения тектонических разломов на площадке Полоцкой ГЭС и установлено следующее:

- в месте проектируемого расположения плотины гидроузла в кристаллическом фундаменте присутствует фрагмент относительно региональных разломов, который является причиной излучины реки;
- наличие сейсмической опасности на площадке строительства от возникновения местных небольших, а также сильных землетрясений других регионов.

В итоге даны рекомендации Заказчику (Витебскэнерго) о необходимости выполнения постоянного геодинамического мониторинга (сейсмологического, геодезического и геофизического) в районе размещения Полоцкой ГЭС и прилегающих территорий с целью прогноза возможного проявления наведенной или вызванной сейсмичности.

Дальнейшие исследования 2006-10 гг. по ГПОФИ не только подтвердили опасения [9] о непростой сеймотектонической обстановке в районе строительства Полоцкой ГЭС, но и усилили их. Оказалось, что установленные на этапе предпроектных исследований фрагменты относительно региональных разломов в кристаллическом фундаменте проявили себя как развивающиеся разломные зоны, способные привести к дестабилизации геодинамической обстановки вблизи них. При этом вызывающие опасения активные процессы связаны, прежде всего, с зоной динамического влияния Туровлянского разлома, секущего р. Западная Двина в месте строительства гидроузла Полоцкой ГЭС [3].

В связи с этим в районе Полоцкой ГЭС также необходимо создать геодинамический полигон с контролирующими разломы геодезическими и геофизическими по-

строениями. Здесь, на наш взгляд, следует организовать систему ГНСС наблюдений в виде обсерватории с центром вблизи плотины (рисунок 2). Радиальная система линий, пересекая вызывающие опасения разломы (Чашникский, Полоцкий, Туровлянский), будет контролировать их.

Магистральные трубопроводы Беларуси

Известно, что магистральные нефте и газопроводы относятся к классу ответственных и экологически опасных инженерных сооружений. Они распространяются на многие километры и пересекают большое число тектонически -активных структур и разломов. К сожалению, аварии на них не являются редкостью и очень часто, порядка 80% от их общего числа [7,8], наблюдается приуроченность аварий на МТ к тектоническим разломам и тектонически-активным структурам.

Выполненный в [8] анализ убедительно свидетельствует о наличии фактора геолого-тектонической обусловленности аварий на магистральных трубопроводах Беларуси, который в совокупности с техногенным воздействием (нагрев труб, изменение давления) усиливает вредные влияния на устойчивость трубопровода, разрушая его.

Понятно, что рассчитать комплексное влияние тектонических, геологических, грунтовых, климатических и техногенных факторов на напряженно—деформированное состояние трубопровода при существующем подходе очень сложно, так как трудно определить и отделить каждое отдельное влияние, а затем вывести из совокупности всех влияний некоторый результирующий вектор. Поэтому в инженерных расчетах магистральных трубопроводов обычно оценивают отдельно влияние грунтовых или технологических факторов, практически не учитывая геодинамические факторы, что неправильно.

На наш взгляд, выходом из сложившейся ситуации может послужить постановка повторных геодезических измерений по деформационным маркам, установленным в местах частых аварий на трубопроводе. Это позволит определить количественные характеристики изменения положения трубопровода от его проектного положения, вызванного всем комплексом воздействий. По всей видимости, для оценки изменения напряженно—деформированного состояния магистрального трубопровода в данном случае потребуются и несколько иные вычислительные схемы.

Атомная электростанция

Известно, что в Беларуси выбрали площадку под строительство АЭС и практически уже приступили к ее возведению. В выполнении предпроектных геодинамических исследований принимали участие такие организации как Институт природопользования и Центр геофизического мониторинга НАНБ, РУП «Белгеодезия», которые дали заключение о наиболее подходящем месте для размещения объектов Белорусской АЭС в районе деревни Островец Гродненской области. Будем надеяться, что они имели на это веские основания.

Тем не менее, нельзя не отметить, что Островецкая площадка находится в зоне влияния тектонически-активного Ошмянского разлома (рисунок 3), вблизи которого в 1908 году произошло самое крупное в истории Беларуси 7-бальное Гудогайское землетрясение. Этот факт очень настораживает. Но раз уж решили именно там возводить АЭС, то следует, по крайней мере, наладить систему контроля над активностью расположенных в районе площадки разломов.

Предлагаемая нами схема контролирующих построений (рисунок 3) нацелена на использование двухчастотных ГНСС приемников, закреплена надежными, максимально устойчивыми к влияниям нетектонического происхождения центрами, снабженными устройствами для принудительного центрирования. Методика измерений должна позволить получить характеристики движений на тектонических разломах с точностью первых миллиметров.

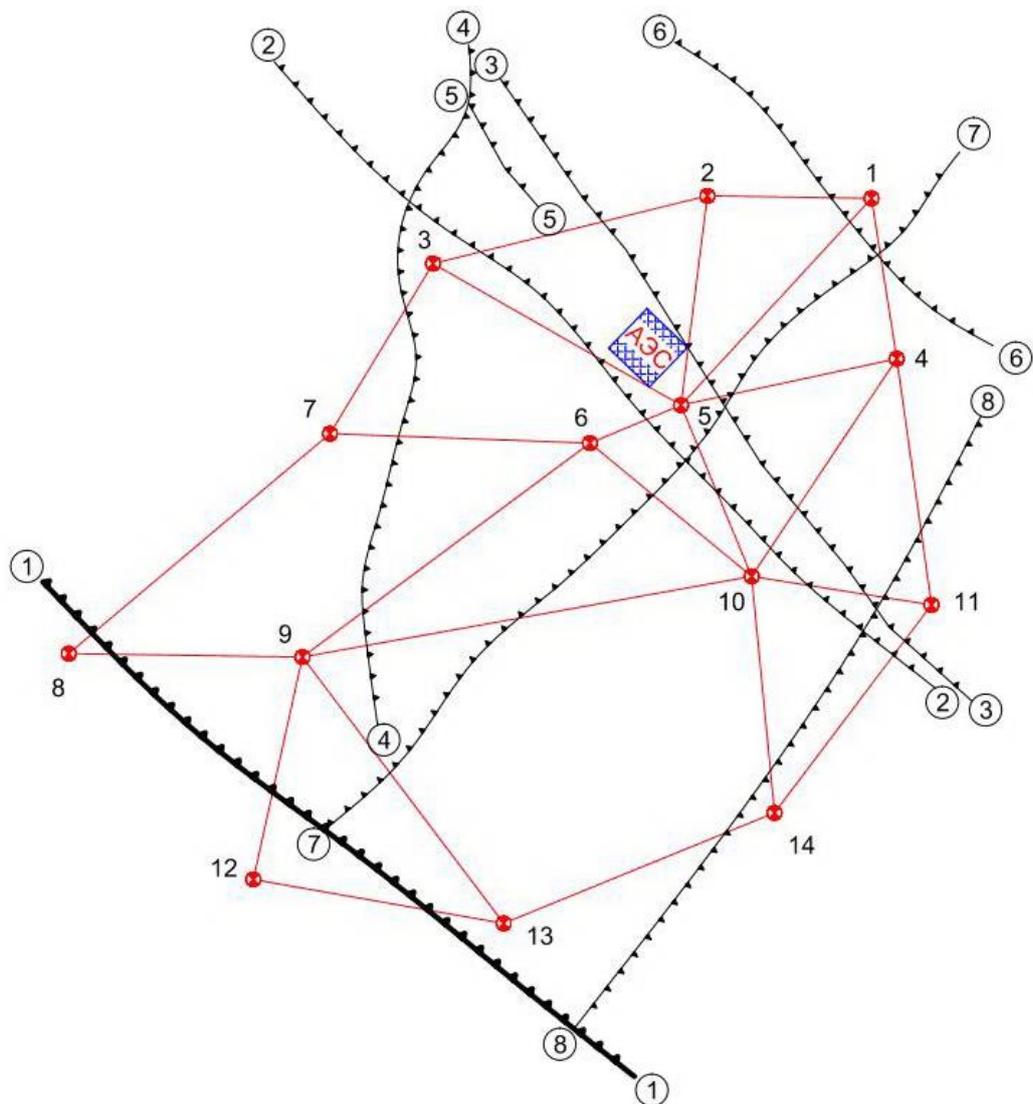


Рисунок 3 - Предлагаемая контролирующая разломы геодзических построений в районе Островецкой АЭС.

1-1 - Ошмянский разлом; 4-4 - Гудогайский разлом; 1,2,3...14 - пункты ГНСС сети.

Геодзические наблюдения следует также дополнить геофизическими и сейсмологическими исследованиями.

Литература

1. Аронова Т.И. Особенности проявления сеймотектонических процессов на территории Беларуси // Литосфера, 2006, №2(25), с. 103-110.
2. Губин В.Н., Ковалев А.А., Сладкопцев С.А., Ясовеев М.Г. Экология геологической среды. Учебное пособие. Мн., БГУ, 2002, 133 с.
3. Г.И.Каратаев, О.В.Мясников. Отчет о результатах научно-исследовательских работ по заданию 40 «Заложить геофизические реперы и создать локальные сети полигонов: Полоцкого – в 2006 году, Краснслободского – в 2007 году, Лидского – в 2008 году, Борисовского – в 2009 году, Глушкевичского – в 2010 году» Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006 – 2010 годы/ Институт природопользования НАНБ, Минск, 2010.
4. Тэктанічная карта Беларусі. Нацыянальны атлас Беларусі. Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце міністраў Рэспублікі Беларусь. – Минск, 2002, с. 46-47.

5. Трифонов В.Г. «Стихийные бедствия в системе современных геодинамических процессов», кн. «Современная геодинамика и глубинное строение территории СССР», М., Наука, 1990, с. 11—16.
6. Тяшкевич И.А., Понтус А.Р. Новейшая геодинамика горнорудных районов по космогеологическим данным.
<http://geology.by/component/content/section/37.html?layout=blog&start=18>
7. Ф. Ульмасвай. Геологические условия возникновения зон потенциальной аварийности магистральных газопроводов на севере Западной Сибири //Газовая промышленность, 1997, №7, с. 37-38.
8. Шароглазова Г.А., В.Н. Коровкин, В.К Липский, В.В. Ялтыхов., А.Н.Соловьев «Геолого-тектонические условия возникновения аварийности на магистральных нефтепроводах Белоруссии»// «Автоматизированные технологии изысканий и проектирования», Санкт-Петербург, №1, 2008г.(с. 58-60).
9. Г.А. Шароглазова, Г.И.Каратаев, А.Г.Аронов, О.В.Мясников, С.К.Товбас, Р.Р.Сероглазов «Выполнение предпроектных геодинамических исследований в районе предполагаемого строительства Полоцкой ГЭС», ХД НИР №6-1153/26552. Новополоцк, 2006, 64 с.