

**ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ**  
**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА**  
**«3PL SOLUTION»**  
**ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ**  
**РАСЧЕТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И**  
**СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ**

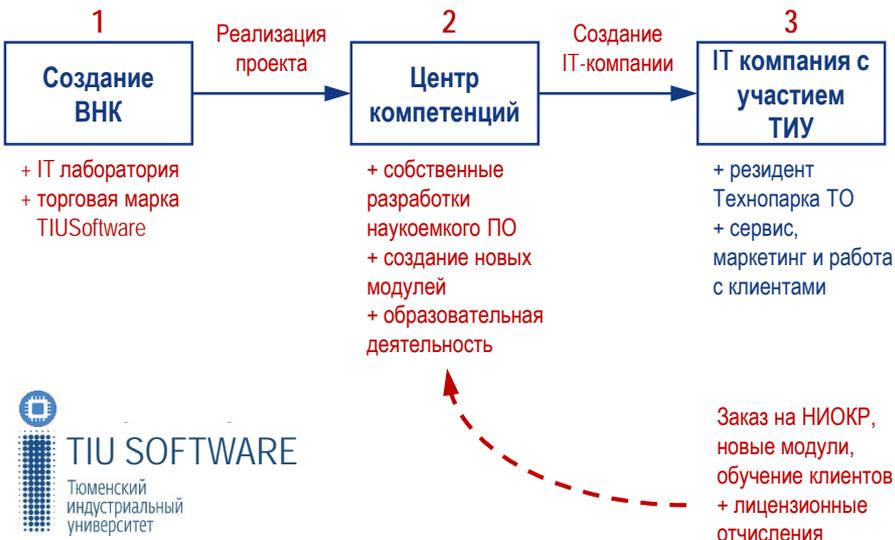
**ТЕМА НИОКР**  
**РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ**  
**«HEAT TRANSFER IN SOILS» И «PIPELINE MECHANICS»**  
**ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «3PL SOLUTION»**

**ПУЛЬНИКОВ**  
**Сергей Александрович**

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА, К.Т.Н., ДОЦЕНТ

## СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ:

Создание в ТИУ центра компетенций по разработке наукоемкого программного обеспечения и средств автоматизации инженерных расчётов (CAE) TIUSOFT для решения специальных задач в промышленном и гражданском строительстве в сложных геологических условиях



## НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА:

Разработка программного комплекса «3PL Solution» для автоматизации инженерных расчетов оснований зданий и сооружений в условиях криолитозоны

## ТЕМА НИОКР:

Разработка модулей «Heat transfer in soils» и «Pipeline mechanics» программного комплекса «3PL Solution»

## КОНЕЧНЫЕ ПРОДУКТЫ:

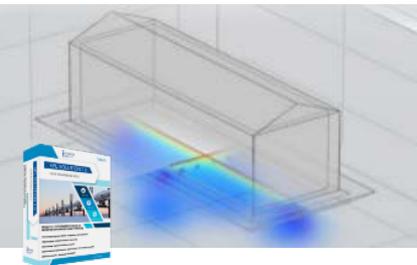
«Heat transfer in soils»



«Pipeline mechanics»

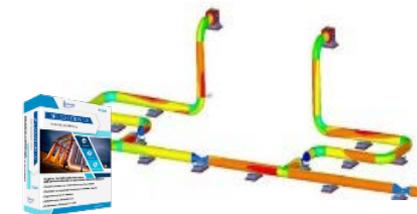
2 года

## ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ



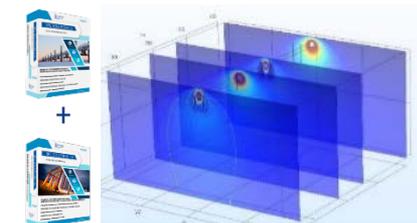
Объем многоэтажного жилищного строительства на ММГ за 1-е полугодие 2018 года составил 336 тыс. кв. метров

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

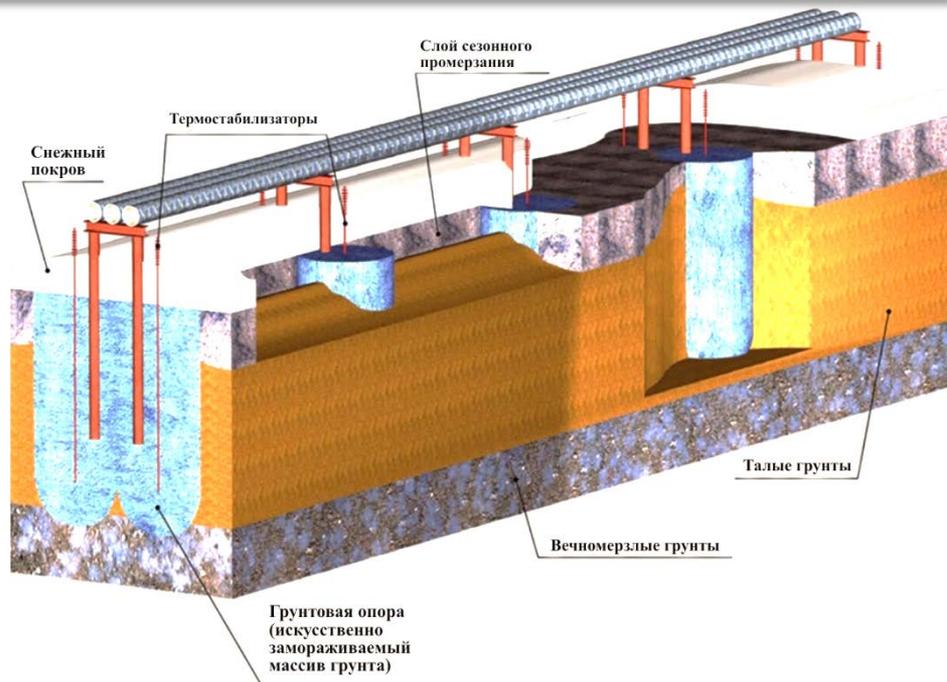


Объем проектируемых трубопроводных коммуникаций более 30 000 км/год

## ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ОСНОВАНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ



Объем проектируемых трубопроводных коммуникаций на ММГ более 2 000 км/год



## ЗАНИМАЕМА НИША:

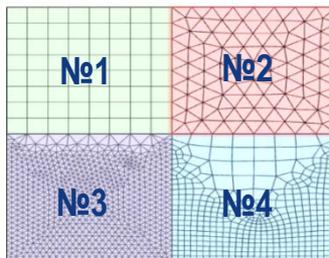
Продукт ориентирован на компании, проектные институты и университетские центры, специализирующиеся в области обеспечения инженерной защиты зданий и сооружений, проектируемых и возводимых в условиях ММГ

## ПОТРЕБНОСТИ РЫНКА:

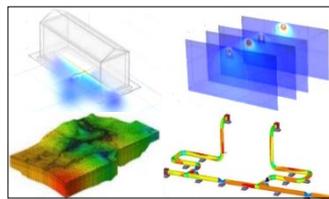
1. Высокая производительность:  
**увеличение скорости расчета до 10 раз** в сравнении с ПО класса Ansys
2. Увеличенные расчетные области:  
 с помощью специальных алгоритмов расщепления, метода конечных суперэлементов обеспечение возможности **проведения расчетов при размере расчетной области более 10 млн конечных элементов**, что недоступно для ПО класса Ansys (менее 1 млн).
3. Решение широкого круга мультифизических задач:  
**проведение всех расчетов в одной среде**



GPU-технологии



Суперэлементный подход



4. Соответствие нормативной документации:  
**адаптация к основным государственным стандартам и документам РФ** по проектированию и сооружению объектов гражданского и промышленного назначения: СП 25.13330.2012, СП 36.13330.2012, ГОСТ Р 55990-2014, ГОСТ Р 55989-2014, СП 284.1325800.2016 и др.
5. Универсальность формата данных:  
**автоматизированный режим импорта данных о геометрии и параметрах объекта** из наиболее популярной среды разработки проектной документации Autocad
6. Импортзамещение:  
**замена обширного списка иностранного ПО**, превосходя его в решении широкого круга задач



Особенности и функционал ПО	3PL Solution	«Simmakers» - FROST 3D	«НТП Трубопровод» - Старт, «Csoft» - Cpipe	Ansys, Comsol, Abaqus и др. импортные аналоги
Тепловой расчет ММГ с учетом инженерных защит типа (COY, GET, BET)	+	+	-	-
Автоматизированная адаптация тепловых моделей грунтов	+	-	-	-
Расчет просадок ММГ при оттаивании	+	+	-	-
Расчеты морозного пучения грунтов	+	-	-	-
Расчет НДС трубопроводов на участках пучения грунтов	+	-	-	-
Мультифизическое моделирование системы: основание-фундамент-трубопроводные конструкции на ММГ	+	-	-	+/-
Импорт исходных данных из CAD-систем	+	+	-	+
Решение пространственных задач с размерностью более 10 млн. узлов на персональном компьютере	+	+	-	-

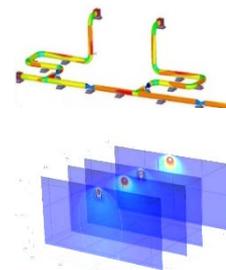
**ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:**

ПО «3PL Solution» предназначено для расчетного обоснования проектных решений при устройстве инженерной защиты оснований зданий и сооружений, а также промышленных и магистральных трубопроводных систем в многолетнемерзлых грунтах

**ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:**

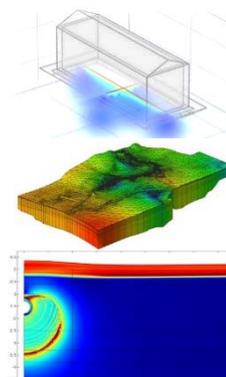

Модуль «Pipeline mechanics»

1. Оценка прочности, устойчивости и напряженно-деформированного состояния трубопроводных систем и коммуникаций для подземной и наземной прокладки
2. Автоматическое взаимодействие с модулем «Heat transfer in soils» при расчете трубопроводных систем и коммуникаций на пучинистых и многолетнемерзлых грунтах



Модуль «Heat transfer in soils»

1. Тепловой расчет многолетнемерзлых грунтов в основании промышленных и гражданских зданий и сооружений, трубопроводных систем с учетом термостабилизации
2. Моделирование стока подземных вод при проектировании систем водоотведения
3. Расчет пучения в промерзающих грунтах и просадок оттаивающих грунтов в основании зданий, сооружений и трубопроводных коммуникаций



**СОБСТВЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ:**

В «3PL Solution» реализованы расчетные методики, созданные на основе собственных научных разработок и действующих нормативных документов в области расчета морозного пучения талых и просадок оттаивающих многолетнемерзлых грунтов

**АВТОРСКИЕ МЕТОДИКИ:**


Модуль «Pipeline mechanics»

1. Методика расчета силового взаимодействия трубопроводов с пучинистыми грунтами
2. Специальный алгоритм 35-и диагональной прогонки с проверкой устойчивости и метод конечных суперэлементов



Модуль «Heat transfer in soils»

1. Математическая модель тепло-влажностного режима грунтов, учитывающая конвективно-диффузионный перенос воды и солей в зонах частичного и полного насыщения пор одним уравнением, динамически изменяющийся уровень грунтовых вод и кристаллизацию льда и солей с учетом метастабильных фазовых состояний
2. Автоматизированная физически корректная адаптация математической модели тепло-влажностного режима грунта в 3D
3. Специальные алгоритмы расщепления при решении системы дифференциальных уравнений математической модели тепло-влажностного режима грунтов в сочетании с технологией CUDA

**ЦЕЛЬ ПРОЕКТА:**

Создание востребованного ПО, ориентированного на решение специализированных инженерных и наукоемких задач в области обеспечения надежности и безопасности зданий и сооружений, проектируемых в сложных инженерно-геокриологических условиях.

**ЗАДАЧИ:**

1. Организация и оснащение рабочих мест для ведущих разработчиков с целью формирования постоянного научного коллектива лаборатории в рамках стратегической цели ПРОУ по созданию центра разработки специализированного инженерного ПО
2. Разработка двух первых полнофункциональных модулей для пакета «3PL Solution»: «Pipeline mechanics» по оценке напряженно-деформированного состояния трубопроводных коммуникаций и «Heat transfer in soils» - по теплотехническому расчету пучинистых и многолетнемерзлых грунтов
3. Проведение мероприятий по сертификации, лицензированию и верификации разработанного ПО на соответствие нормативной документации и государственным стандартам РФ
4. Выход на рынок отечественного специализированного ПО, разработка долгосрочной стратегии продвижения продукта и маркетингового плана

№ п/п	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Возраст	Должность и место работы или учебы	Опыт и компетенции по тематике проекта
1	Пульников Сергей Александрович, руководитель	к.т.н., доцент	39	Помощник проректора по инновационной деятельности ТИУ	Опыт руководства проектами, научно-производственным коллективом – более 12 лет. Председатель Тюменского регионального отделения Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению, Предприниматель: учредитель и директор ООО Научно-исследовательский центр «Геотехэкспертиза» (geotech-exp.ru), ООО Агрофирма «Русич» (polzarusich.ru)
2	Гербер Александр Давидович	к.т.н., доцент	67	Профессор кафедры общепрофессиональных и естественнонаучных дисциплин, ТВВИКУ	Специалист по структуре хранения и использования разряженных матриц, параллельным вычислениям, разностным схемам с расщеплением
3	Марков Евгений Викторович	-	27	Инженер ЦПИИР ТИУ, аспирант ТИУ	Специалист по прочностному расчету трубопроводных систем, методу конечных элементов и суперэлементов
4	Минин Александр Александрович	-	20	Geomage Ltd, C++ developer	Middle developer. Специалист по визуализации данных, рендерингу в режиме реального времени (realttime-render), физически корректному рендерингу и шейдингу (PBR), разработчик приложений на C++
5	Сысоев Юрий Сергеевич	к.т.н.	33	Доцент кафедры ТТС института транспорта ТИУ	Разработчик сопроводительной документации ПО, видео и текстовых руководств пользователей, дизайна интерфейса, тестирование продуктов ПО, техподдержка пользователей

## По тематике НИОКР коллектив регулярно публикуется в ведущих изданиях РИНЦ и Scopus:

№ п/п	Наименование и место публикации	Авторы	Год
1	Разработка математической модели массопереноса компонент водно-солевого раствора в пучинистых грунтах на основании кинетической теории жидкостей / Вестник ЮУрГУ. Серия «Математика. Механика. Физика». – 2018. – Т. 10, № 1. – С. 37–44.	Е.В. Марков, С.А. Пульников, А.Д. Гербер	2018
2	Методика обеспечения инженерной защиты от морозного пучения подземных магистральных трубопроводов с помощью грунтовой подушки / Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – №3. – С. 91 – 101.	Е.В. Марков	2018
3	Теоретическое исследование методов инженерной защиты подземных трубопроводов от морозного пучения на участках прерывистого распространения многолетнемерзлых грунтов / Газовая промышленность. – 2018. – № 5. – С. 68–75.	Е.В. Марков, С.А. Пульников	2018
4	Methodology for calculating the parameters of the thermal interaction between the pipeline and the soil / International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(6), 2018, pp. 1397-1403	Е.В. Марков, С.А. Пульников, Ю.С. Сысоев	2018
5	Methodology for calculating the safe stop time of underground pipeline with high pour point oil, International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(8), 2018, pp. 1699-1705	Е.В. Марков, С.А. Пульников, Ю.С. Сысоев	2018
6	Сходимость и устойчивость метода конечных разностей при расчете морозного пучения / Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2017. – №1(107). – С. 69-77.	Е.В. Марков, С.А. Пульников, А.Д. Гербер	2017
7	Reduction of Boundary Effects in Thermal Calculation of Tanks on Permafrost Soils. International Journal of Applied Engineering Research. v.12 No. 17, pp. 7007-7010, 2017	Е.В. Марков, С.А. Пульников, Ю.С. Сысоев	2017
8	Development of Mathematical Model of Heat and Mass Transfer in Soil, with Provision for Gradients of Soil-Water and Soil-Salt Potentials. Part 1. International Journal of Applied Engineering Research. v.12 No. 4, pp. 4340-4344, 2017	Е.В. Марков, С.А. Пульников, Ю.С. Сысоев	2017
9	Тепловой расчет зданий на многолетнемерзлых грунтах. Оптимизация методики выбора размеров расчетной области / Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2016. № 4 (24). С. 48-53.	Е.В. Марков, С.А. Пульников, И.А. Упоров	2016

## По тематике НИОКР коллектив уже 9 лет оказывает научно-технические консультационные услуги:

№ п/п	Наименование выполненных работ	Год	Доход, тыс.руб.
1	Научно-технические услуги «Разработка расчетного обоснования способа прокладки магистрального газопровода-отвода на участках многолетнемерзлых грунтов» /дог. № 01-40/2018/ заказчик ООО КТПИ «Газпроект»	2018	250,00
2	Научно-технические услуги «Геотехническая оценка участков трубопроводов КП «Заполярье НГКМ-г. Новый-Уренгой» осн. нитка 88 км и МК «Ямбург-Уренгой» 2 нитка 189 км» /дог. № 01/16 / заказчик ООО «Газпром переработка»	2016	499,00
3	Научно-технические услуги «Геотехническая экспертиза участка магистрального конденсатопровода «Ямбург-Уренгой» II нитка 114,7 км» /дог. № 02/15 / заказчик ООО «Газпром переработка»	2015	450,00
4	Консультационные услуги «Дополнение системы управления техническим состоянием и целостностью МГ «Уренгой-Челябинск» критериями оценки геотехнического состояния протяженных участков в процессе формирования их эксплуатационного положения» /дог. №B21-150415/ заказчик ООО «Газпром трансгаз Сургут»	2015	499,00
5	Консультационные услуги «Сопровождение эксплуатации участков магистрального газопровода Заполярное-Уренгой в сложных инженерно-геологических условиях с применением геотехнологий» /дог. №B21-104315/ заказчик ООО «Газпром трансгаз Сургут»	2015	1 880,00
6	Консультационные услуги «Сопровождение эксплуатации участков магистрального газопровода Уренгой-Сургут в сложных инженерно-геологических условиях с применением геотехнологий» /дог. №B21-131214/ заказчик ООО «Газпром трансгаз Сургут»	2014	1 880,00
7	Консультационные услуги «Оптимизация конструктивных решений капитального ремонта участков подземного магистрального газопровода, находящихся в непроектном положении, с учетом сезонных изменений вдольтрассовых грунтовых условий» /дог. №B21-186612/ заказчик ООО «Газпром трансгаз Сургут»	2012	1 850,00
8	Научно-технические услуги «Исследование механизмов изменения высотного положения подземного магистрального газопровода в зоне его балластировки с учетом влияния непригруженных прилегающих участков» /дог. №B21-178511/ заказчик ООО «Газпром трансгаз Сургут»	2011	1 880,00
9	Научно-исследовательская работа «Исследование механизмов образования и развития арочных выбросов на магистральных газопроводах с целью оптимизации методов их ремонта» /дог. №B21-053010/ заказчик ООО «Газпром трансгаз Сургут»	2010	1 880,00
10	Научно-исследовательская работа «Оценка эффективности реализованных методов борьбы с арками на магистральных газопроводах» /дог. №B21-021009/ заказчик ООО «Газпром трансгаз Сургут»	2009	1 760,00
<b>Итого:</b>			12 828,00

## Методика и система мониторинга пространственного положения подземных трубопроводов

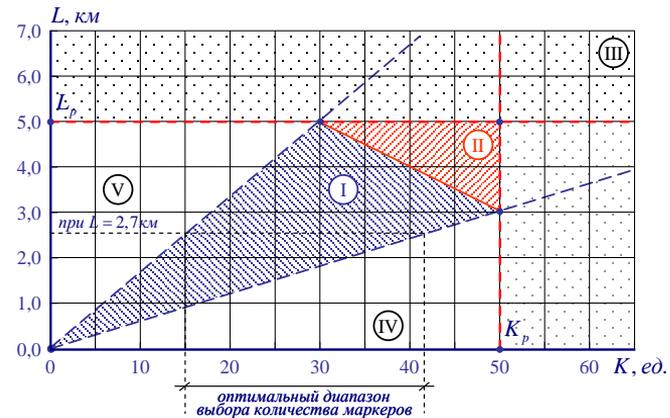
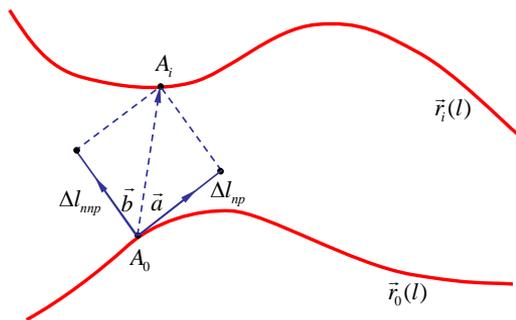
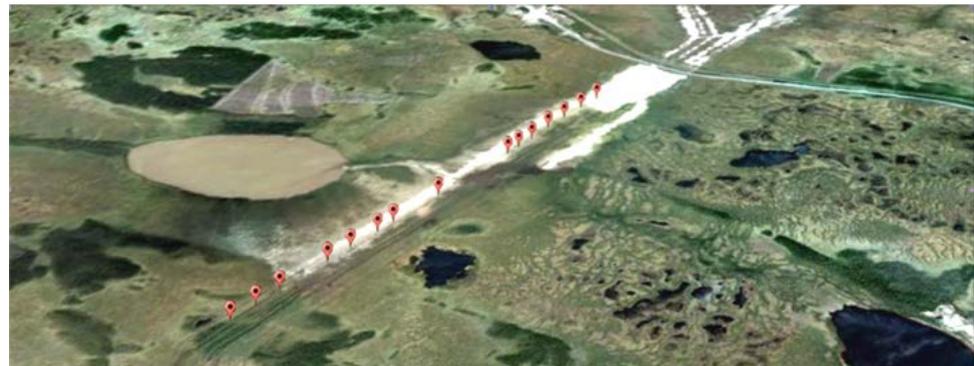


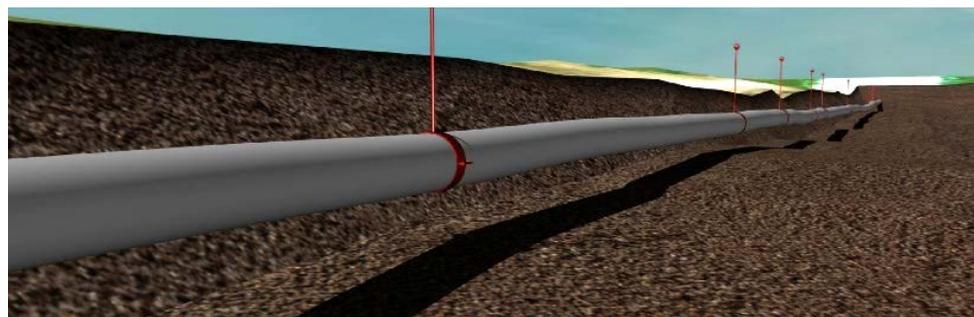
Схема оценки эффективности ручного или автоматизированного способа наблюдений



Методика сравнительного анализа пространственного положения трубопровода

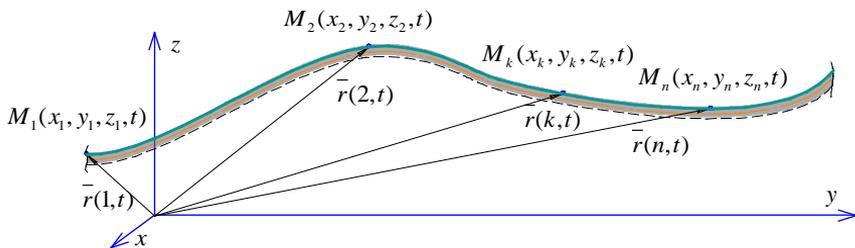


Промышленный эксперимент на действующем магистральном газопроводе

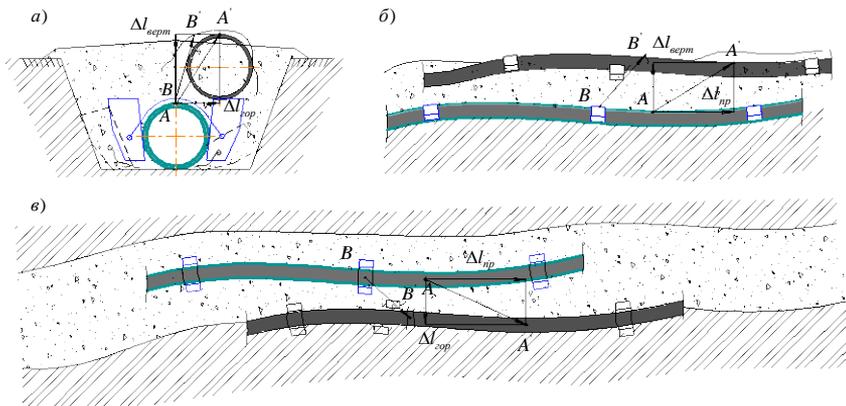


Виртуальная модель подземного газопровода с геодезическими маркерами

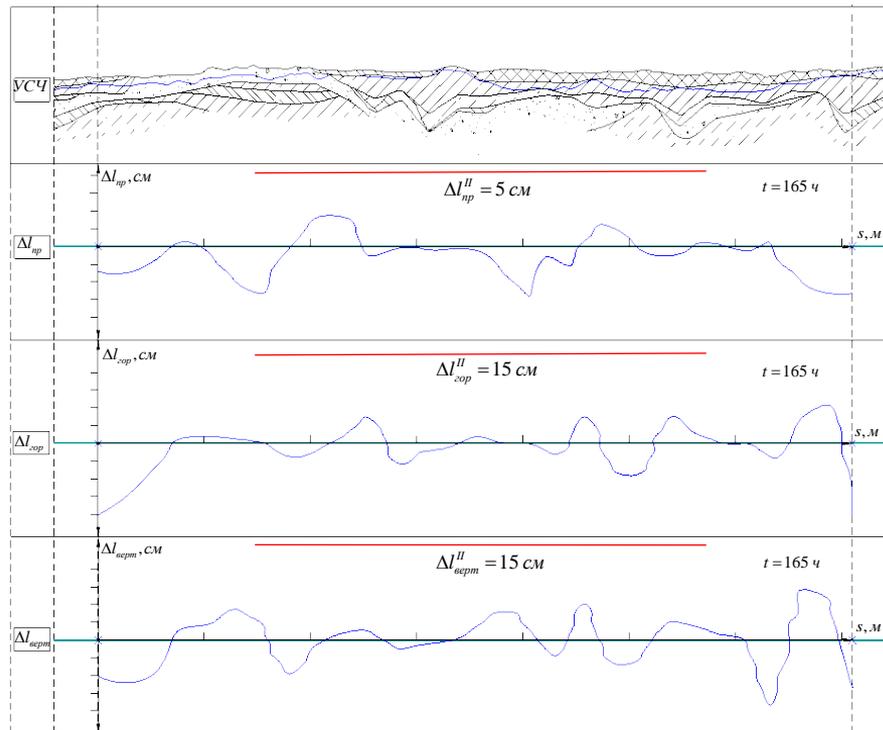
## Оценка технического состояния магистрального газопровода по динамике эксплуатационного положения



Модель пространственно-временной кривой верхней образующей трубопровода



Оценка технического состояния линейной части по параметрам перемещений защитных конструкций



Методика оценки и прогнозирования технического состояния трубопровода по параметрам перемещений

## Оценка геотехнического состояния линейной части по результатам ГТМ



Водная эрозия обвалования  
 ПК 24+40 – ПК 24+74



ПК 154+75 – ПК 154+82

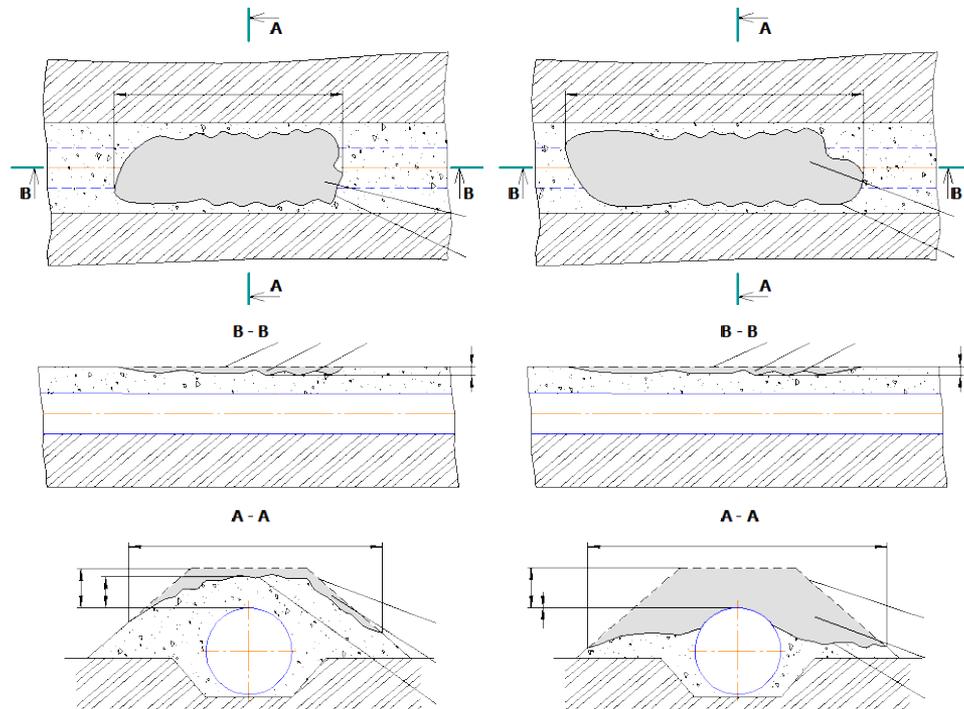
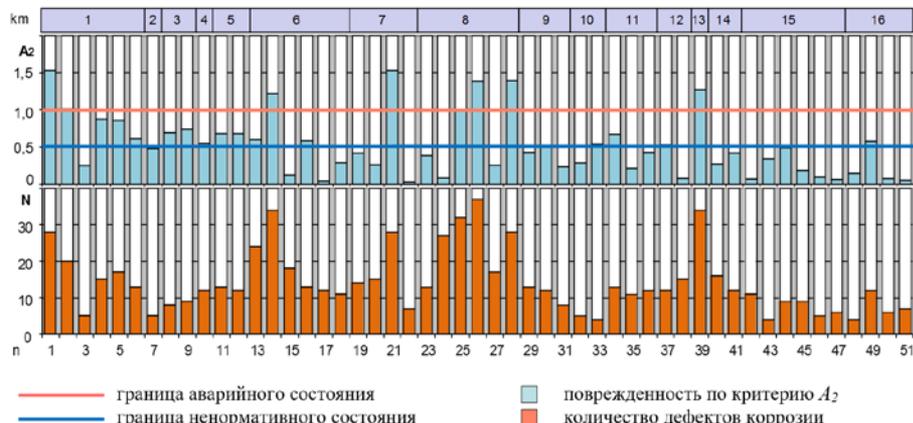


Схема водной эрозии обвалования с отображением ненормативной и аварийной категории геотехнического состояния для полуподземного способа прокладки:

- 1 – граница нормативного положения обвалования;
- 2 – область эрозии;
- 3 – граница эрозии обвалования

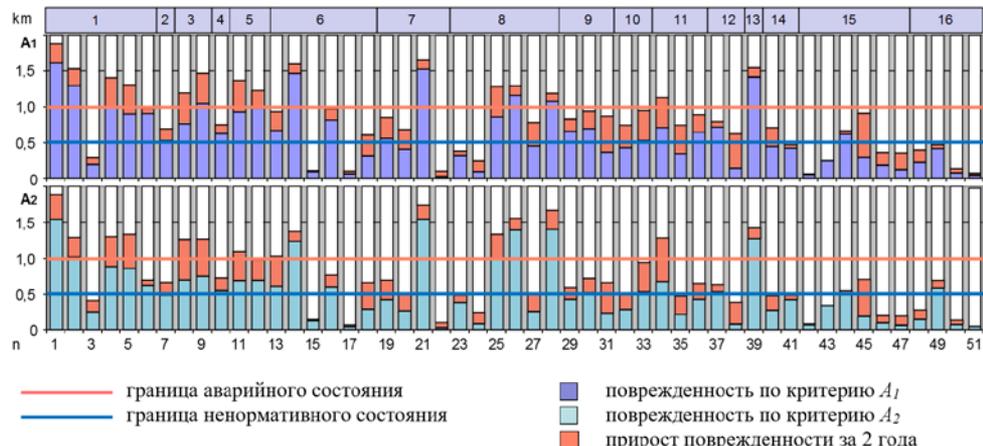
## Оценка геотехнического состояния линейной части по результатам ГТМ



### Сравнение результатов по оценке повреждения обвалования с данными ВТД

Совмещение количества коррозионных повреждений  $N$  и критерия подверженности коррозионным дефектам  $A_2$  в зонах с повреждениями обвалований на участке ПК 0+00 – КП 150+47:

$n$  – номер дефекта по ведомости геотехнических повреждений



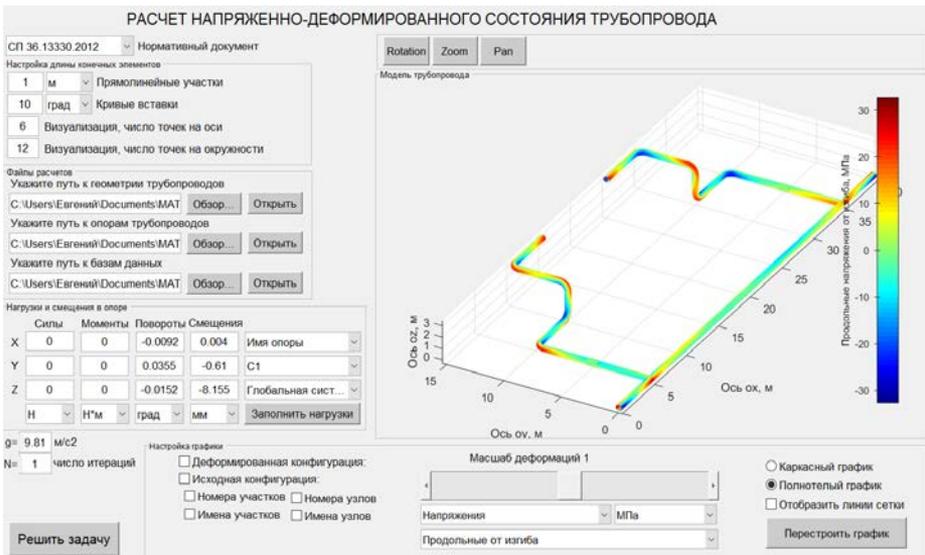
### Оценка динамики геотехнических повреждений трассы МГ

Прогноз геотехнического состояния по критерию поврежденности  $A_1, A_2$  на участке ПК 0+00 – КП 150+47 магистрального газопровода Заполярное-Уренгой (1 нитка) на 2 года вперед:

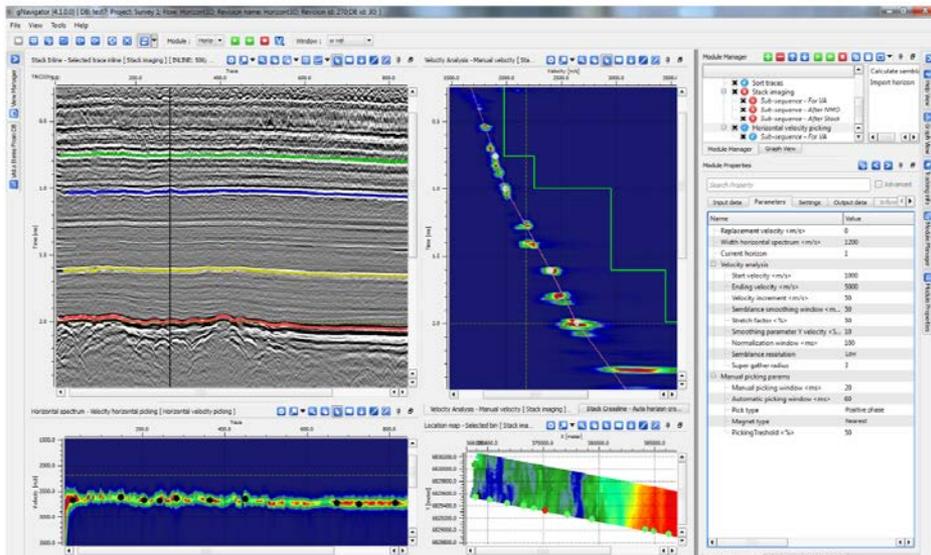
$n$  – номер дефекта по ведомости геотехнических повреждений



## РАЗРАБОТАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (2018)

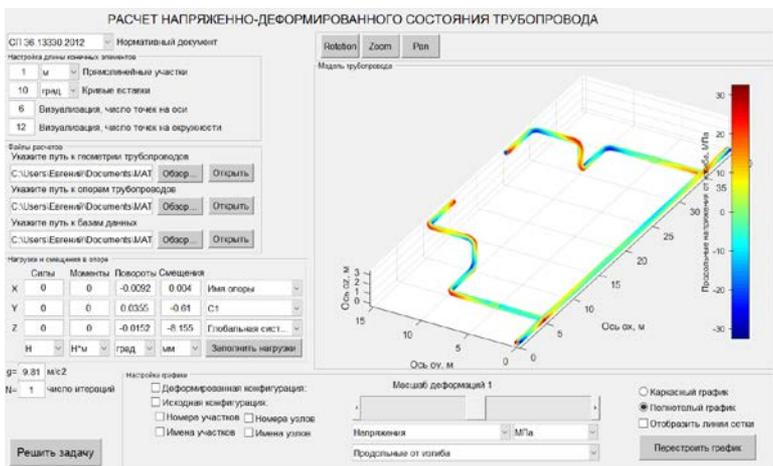


Программа «Pipeline Mechanics v.1.0»  
Прототип программного комплекса «3PL Solution»



Geomeg g-Platform  
Обработка и визуализация 2D и 3D данных сейсморазведки

Все алгоритмы модуля Pipeline Mechanics программного комплекса «3PL Solution» прошли апробацию во время создания прототипа Pipeline Mechanics v.1.0 при грантовой поддержке ТИУ и выполнении работ по договору № 01-40/2018 «Разработка расчетного обоснования способа прокладки магистрального газопровода-отвода на участках многолетнемерзлых грунтов», заказчик ООО КТПИ «Газпроект».



«Pipeline mechanics v.1.0»

Развитие



«Pipeline mechanics»

В программе Pipeline mechanics v.1.0 реализован прочностной расчет разветвленных трубопроводов и деталей с использованием метода конечных элементов и суперэлементов и теории изгиба Эйлера-Бернулли.

Возможности программы позволяют учитывать геометрическую нелинейность; предвартельный изгиб; реологические и нелинейные свойства, пучения и просадки грунтового основания; пружинные и фрикционные опоры.

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
1.	Трудоустройство членов ВНК	01.01.19	01.02.19	Эффективные договоры, 5 шт.	- Рейтинг «Эксперт РА» (п.33) - Доля работников административно-управленческого и вспомогательного персонала в общей численности работников вуза	0
2.	Разработка технического задания на основные функции программного комплекса	01.01.19	31.03.19	Техническое задание в форме отчета		742 500
3.	Проектирование легко расширяемой архитектуры, планирование базовых классов.	01.01.19	31.03.19	Отчет о проделанной работе с листингом кода.		900 000

*Продолжение таблицы см. в приложении*

*На всех этапах влияние на 5 показателей ПРОУ:*

- Рейтинг «Эксперт РА» (п.33, 37-40)
- Доля работников административно-управленческого и вспомогательного персонала в общей численности работников вуза
- Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science, в расчете на 100 НПР
- Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, в расчете на 100 НПР
- Национальный рейтинг университетов ИА «ИНТЕРФАКС» (п.И.4-И.7)

№ п/п	Статьи расходов по видам расходов	Наличие	Имеется	Требует закупки
2.1.	Помещение	Имеется	Офисное помещение площадью 36 кв.м.	-
2.2.	Офисная мебель	Отсутствует	-	Компьютерные столы, кресла, шкафы для документов
2.3.	Программное обеспечение на 5 компьютеров	Имеется частично	Windows 8.1, Microsoft Office	Visual Studio Professional 2017
2.4.	Компьютерная техника	Отсутствует	-	4 рабочих компьютера и Build machine
2.5.	Прочая офисная техника	Отсутствует	-	Лазерный принтер, внешний жесткий диск

№ п/п	Статьи расходов по видам расходов	Сумма за счет средств ТИУ, руб.	Сумма за счет иных средств, руб.	Обоснование необходимости и расчеты расходов в целях НИОКР (по каждому наименованию)
1.	Заработная плата (включая все налоги и сборы с заработной платы, предусмотренные законодательством) и оплата работ (услуг) по гражданско-правовым договорам членам ВНК			
1.1.	Заработная плата	14 178 000	2 500 000	Заработная плата за 2 года на 5 членов ВНК
<b>Итого по виду расходов:</b>		14 178 000	2 500 000	
2.	Приобретение для выполнения НИОКР оборудования, комплектующих и расходных материалов, включая их доставку, монтаж, пусконаладку, настройку и регулировку, сервисное обслуживание в период выполнения НИОКР			
2.1.	Ремонт помещения	269 500	-	Для приведения помещения лаборатории в соответствие с действующим санитарными нормами и правилами
2.2.	Офисная мебель	134 310	-	
2.3.	Закупка программного обеспечения на 5 единиц компьютерной техники	165 000	-	Среда программирования Visual Studio Professional 2017
2.4.	Закупка компьютерной техники (5 единиц)	635 624	-	4 рабочих компьютера и Build machine
2.5.	Прочая офисная техника	46 178	-	Лазерный принтер, внешний жесткий диск
<b>Итого по виду расходов:</b>		1 250 612	-	

№ п/п	Статьи расходов по видам расходов	Сумма за счет средств ТИУ, руб.	Сумма за счет иных средств, руб.	Обоснование необходимости и расчеты расходов в целях НИОКР (по каждому наименованию)
3.	Командировочные расходы членов ВНК (не более 15% от суммы финансирования)			
3.1.	-	-	-	-
4.	Услуги и работы по выполнению НИОКР по договорам со сторонними организациями, связанные с реализацией проекта (не более 20% от суммы). Ограничение по доле расходов на услуги и работы по выполнению НИОКР не распространяется на услуги и работы, выполняемые образовательными организациями высшего образования.			
4.1.	-	-	-	-
5.	Иные расходы, связанные с выполнением НИОКР			
5.1.	Сертификация и лицензирование созданного ПО	99 388	-	Повышение конкурентоспособности и защита авторского права на созданное ПО
<b>Итого по виду расходов:</b>		99 388		
<b>ВСЕГО:</b>		15 528 000	2 500 000	

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ  
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА  
«3PL SOLUTION»  
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ  
РАСЧЕТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ

**БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!**



№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
1.	Трудоустройство членов ВНК	01.01.19	01.02.19	Эффективные договоры, 5 шт.	- Рейтинг «Эксперт РА» (п.33) - Доля работников административно-управленческого и вспомогательного персонала в общей численности работников вуза	0
2.	Разработка технического задания на основные функции программного комплекса	01.01.19	31.03.19	Техническое задание в форме отчета		742 500
3.	Проектирование легко расширяемой архитектуры, планирование базовых классов.	01.01.19	31.03.19	Отчет о проделанной работе с листингом кода.		900 000

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
4.	Организация помещения лаборатории и оснащение оборудованием	01.01.19	30.06.19	Лаборатория, оснащенная требуемым оборудованием		1 250 612
5.	Разработка технического задания на базовый интерфейс	01.02.19	31.05.19	Техническое задание в форме отчета		450 000
6.	Программирование базового интерфейса. Реализация базовых классов GUI.	01.04.19	30.06.19	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.		900 000
7.	Разработка технического задания на программирование расчетов взаимодействия трубопроводов с пучинистыми грунтами	01.04.19	30.06.19	Техническое задание в форме отчета		292 500

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
8.	Реализация графической части программы. Реализация импорта формата .fbx.	01.07.19	30.09.19	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.		900 000
9.	Разработка технического задания на графическую визуализацию	01.06.19	31.08.19	Техническое задание в форме отчета		225 000
10.	Разработка технического задания на программирование расчетов прочности и устойчивости модуля "Pipeline mechanics"	01.04.19	30.09.19	Техническое задание в форме отчета		345 000
11.	Разработка методики решения 35-диагональной СЛАУ. Разработка метода конечных суперэлементов для модуля "Pipeline mechanics"	01.07.19	30.09.19	Техническое задание в форме отчета		172 500
12.	Разработка способа хранения разряженных СЛАУ, методов их решения с минимизацией загрузки оперативной памяти для модуля "Pipeline Mechanics"	01.07.19	31.08.19	Отчет о проделанной работе. Листинг кода.		300 000

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
13.	Программирование расчетов в модуле "Pipeline mechanics"	01.07.19	31.12.19	Отчет о проделанной работе с листингом кода	-	270 000
14.	Интеграция расчетов с интерфейсом и визуализацией в модуле "Pipeline mechanics"	01.10.19	31.12.19	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.	-	630 000
15.	Создание веб-сайта с рекламой модуля "Pipeline mechanics"	01.09.19	30.11.12	Веб-сайт, Отчет о проделанной работе	-	225 000
16.	Разработка математической модели тепло-влажностного режима грунтов	01.10.19	31.12.19	Отчет о проделанной работе.	-	172 500
17.	Разработка технического задания на программирование расчетов в модуле "Heat transfer in soils"	01.10.19	31.12.19	Техническое задание в форме отчета	-	345 000
18.	Разработка технического задания на расчет CO <sub>2</sub> , GET, BET	01.07.19	31.12.19	Техническое задание в форме отчета	-	288 000

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
19.	Публикация статей WoS, Scopus	01.01.20	31.03.20	Опубликованные статьи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science, в расчете на 100 НПР</li> <li>- Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, в расчете на 100 НПР</li> <li>- Национальный рейтинг университетов ИА «ИНТЕРФАКС» (п.И.4-И.7)</li> <li>- Рейтинг «Эксперт РА» (п.37-п.40)</li> </ul>	0
20.	Отладка и тестирование модуля "Pipeline mechanics"	01.01.20	31.03.20	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.	-	900 000
21.	Сертификация и регистрация модуля "Pipeline mechanics"	01.01.20	31.03.20	Заявка на регистрацию программы для ЭВМ. Заявка на сертификат соответствия государственным стандартам.	-	49 694
22.	Разработка способа решения уравнений модуля "Heat transfer in soils" методом расщепления	01.01.20	31.03.20	Отчет о проделанной работе.	-	450 000

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
23.	Разработка технического задания на расчет допустимого времени остановки трубопровода	01.12.19	29.02.20	Техническое задание в форме отчета	-	225 000
24.	Разработка технического задания на расчет пучения при замерзании грунтов	01.01.20	31.03.20	Техническое задание в форме отчета	-	517 500

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН. VI КВАРТАЛ**

25.	Перевод на мультипоточность модуля "Pipeline mechanics"	01.04.20	30.06.20	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.	-	900 000
26.	Разработка технического задания на расчет просадок при оттаивании ММГ	01.03.20	31.05.20	Техническое задание в форме отчета	-	247 500
27.	Разработка технического задания на методику адаптации тепловых моделей	01.04.20	30.06.20	Техническое задание в форме отчета	-	495 000

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
28.	Программирование расчетов в модуле "Heat transfer in soils"	01.01.20	30.09.20	Отчет о проделанной работе. Листинг кода.	-	547 500
29.	Интеграция расчетов с интерфейсом и визуализацией в модуле "Heat transfer in soils"	01.07.20	30.09.20	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.	-	1 095 000

№ п/п	Наименование этапа работ	Начало (дд.мм.гг)	Окончание (дд.мм.гг)	Вид документа и результат	Показатели ПРОУ, на которые оказывает влияние результат	Сумма затрат, руб.
30.	Публикация статей WoS, Scopus	01.10.20	31.12.20	Опубликованные статьи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science, в расчете на 100 НПР</li> <li>- Число публикаций организации, индексируемых в информационно-аналитической системе научного цитирования Scopus, в расчете на 100 НПР</li> <li>- Национальный рейтинг университетов ИА «ИНТЕРФАКС»</li> <li>- Рейтинг «Эксперт РА»</li> </ul>	0
31.	Отладка и тестирование модуля "Heat transfer in soils"	01.10.20	31.12.20	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.	-	900 000
32.	Перевод на мультипоточность модуля "Heat transfer in soils"	01.10.20	31.12.20	Отчет о проделанной работе с листингом кода и видео-материалами.	-	517 500
33.	Добавление на веб-сайт рекламы модуля "Heat transfer in soils"	01.10.20	31.12.20	Веб-сайт, Отчет о проделанной работе	-	225 000
34.	Сертификация и регистрация модуля "Heat transfer in soils"	01.10.20	31.12.20	Заявка на регистрацию программы для ЭВМ. Заявка на сертификат соответствия государственным стандартам.	-	49 694

№ п/п	Наименование	Стоимость, руб.	Кол-во, шт.	Обоснование потребности
1.	Обустройство рабочих мест			
1.1	Стол компьютерный КСТ-08.1 с тубой, тремя ящиками и подставкой для клавиатуры	11000	4	Обустройство рабочих мест сотрудников лаборатории; Размещение верхней одежды, справочной и научно-технической литературы.
1.2	Кресло офисное COLLEGE H-8880F Черный ткань	8800	4	
1.3	Мусорное ведро	550	4	
1.4	Двухстворчатый шкаф для верхней одежды	6930	2	
1.5	Двухстворчатый шкаф для книг	7700	2	
1.6	Офисный диван	11660		
1.7	Флипчарт 2X3 TF14 70x100см на роликах двухсторонний	11990		
<b>Итого:</b>		134310		
2.	Программное обеспечение			
2.3	Visual Studio Professional 2017	165000	1	Основная среда программирования для создания программного обеспечения 3PL Solution
<b>Итого:</b>		165000		
3.	Аппаратное обеспечение			
3.1	Материнская плата MSI Z370-A PRO	10439	4	см. следующий слайд
3.2	Процессор Intel Core i7 8700 OEM (Socket LGA 1151-2)	34639	4	
3.3	Видеокарта ASUS GeForce GTX 1050 Ti Phoenix, PCI-E 3.0, 4096 MB, GDDR5, 128 bit, Base: 1290 MHz	15147	4	
3.4	Память DIMM DDR4 16 GB 1 шт x 16 ГБ PC4-19200 2400 MHz Crucial	13189	8	
3.5	Кулер для процессора Deepcool REDHAT медь, алюминий, TDP 250 Вт	3289	4	

№ п/п	Наименование	Стоимость, руб.	Кол-во, шт.	Обоснование потребности
3.6	Привод внутренний HLDS GH24NSD0 черный	1045	5	<p>Аппаратное обеспечение 5 компьютеров. Требования к аппаратному обеспечению удовлетворяют необходимым при создании программного обеспечения в части графической визуализации результатов на протяженных объектах, выполнении тестовых расчетов с использованием центрального процессора и графического процессора, хранении больших массивов данных, записи рекламных роликов, подготовке рекламных проспектов и презентаций, компиляции кода на Build machine.</p> <p>Применение второго монитора повышает эффективность работы сотрудников.</p>
3.7	Блок питания 600 Вт Aerocool VX Series	2992	4	
3.8	Корпус ATX Mid-Tower Deepcool TESSERACT SW-RD черный	4389	4	
3.9	Накопитель SSD SerialATA 256 GB Intel 545S Series	7029	4	
3.10	Жесткий диск SerialATA 3.5" 1000 GB WD Blue (WD10EZEX)	3729	4	
3.11	Монитор 27" Acer K272HLEbid черный	12705	8	
3.12	Комплект клавиатура + мышь Logitech MK120 Black USB	1309	5	
3.13	ИБП Ippon Back Comfo Pro NEW 800 black	7150	5	
3.14	Материнская плата Gigabyte GA-78LMT-USB3 R2	4939	1	
3.15	Процессор AMD FX 8350 Black Edition OEM, Socet AM3+	7359	1	
3.16	Видеокарта Gigabyte GeForce GT 730 [ GV-N730D5-2GI ]	6149	1	
3.17	Память DIMM DDR3 16 GB 2 шт x 8 ГБ PC3-12800 1600 MHz Kingston HyperX Fury	11033	1	
3.18	Кулер для процессора Deepcool REDHAT медь, алюминий, TDP 250 Вт	3289	1	
3.19	Блок питания 500 Вт Gigabyte ATX-H500K [ GZ-EBS50N-C3 ]	2959	1	
3.20	Корпус ATX Mid-Tower ACCORD ACC-B307 черный	2750	1	
3.21	Жесткий диск SerialATA 3.5" 2000 GB WD Ultrastar DC HA210 (1W10002) 7200 об/мин	9185	1	
3.22	Монитор LG 21.5" 22M38A-B LED 1920x1080	6677	1	
3.23	Внешний жесткий диск 2000 GB Seagate Backup Plus Slim STDR2000201	6930	1	Для перемещения больших объемов информации между компьютерами в лаборатории и за её пределами при взаимодействии с заказчиками
3.24	МФУ лазерный Kyocera Ecosys M6530CDN (1102NW3NLO) A4 Duplex Net	40700	1	Для печати договоров и рекламным материалов
<b>Итого:</b>		635624		