

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2023, Том 10, № 1 / 2023, Vol. 10, Iss. 1 <https://resources.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/29ECOR123.pdf>

DOI: 10.15862/29ECOR123 (<https://doi.org/10.15862/29ECOR123>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Мамонтов, А. О. Потенциальные риски в практике геотехнического моделирования строительных объектов в период действия международных санкций / А. О. Мамонтов, В. В. Полити // Отходы и ресурсы. — 2023. — Т. 10. — № 1. — URL: <https://resources.today/PDF/29ECOR123.pdf> DOI: 10.15862/29ECOR123

For citation:

Mamontov A.O., Politi V.V. Potential risks in the practice of geotechnical modeling of construction objects under the influence of international sanctions. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2023; 10(1): 29ECOR123. Available at: <https://resources.today/PDF/29ECOR123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/29ECOR123

Мамонтов Артем Олегович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия
E-mail: mamontov-mam@mail.ru

Полити Виолетта Валерьевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия
Доцент
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: betapol@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8898-2883>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=455906

Потенциальные риски в практике геотехнического моделирования строительных объектов в период действия международных санкций

Аннотация. Актуальность. Особое значение для снижения рисков осуществления строительных работ имеет геотехнический прогноз влияния возведения заглублённого сооружения на сложившуюся застройку, коммуникации и оценка деформации грунта. Уход с российского рынка зарубежных программных комплексов в области геотехнического моделирования ставит под угрозу саму возможность предпроектных и проектных проработок уникальных и сложных строительных проектов.

Материалы и методы. Объектом исследования являются современные программные комплексы зарубежного и отечественного производства, используемые при строительстве технически сложных и потенциально опасных объектов. Предметом исследования являются рискованные ситуации, имманентно присущие всем нововведениям и генерируемыми управленческими решениями по адаптации российской строительной отрасли к внешним попыткам создания условий международной изоляции, в частности, в сфере высоких технологий.

Результаты. В работе сгруппированы и описаны лучшие зарубежные программные комплексы, применяемые в целях геотехнического моделирования строительного объекта. Идентифицированы потенциальные риски в случае прекращения использования лицензионных зарубежных программ.

Выводы. Использование отечественных программных комплексов и нелицензионных программных комплексов не только снизят точность проектирования и оценки уровня влияния нового строительства на существующие здания и сооружения, а также коммуникации, но и поставят под сомнение саму возможность строительства технически сложных объектов. Другая группа рисков сосредоточена в присвоении нормативным документам обязательного применения статуса «рекомендательного документа». По мнению авторов, оптимальным выходом из сложившейся ситуации является инициация процесса активного развития конкурентоспособного рынка отечественных программных комплексов параллельно с применением законодательно временно разрешенных нелицензионных программ. Так же — создание особых условий для работы специалистов в области IT-программирования.

Ключевые слова: строительство; геотехнический прогноз; рисковая ситуация; ответственность; оценка деформации грунта; оценка оценки строительства; импортозамещение; программирование рынка продуктов

Введение

Строительство является одной из важнейших деятельностей человека с самых ранних времен. Издревле человечество старалось улучшить, модернизировать строительное производство, чтобы сделать его более удобным, технологичным и индустриальным. Строительное проектирование и, в целом, реализация инвестиционно-строительного проекта, в последние десятилетия активно подвергалось автоматизации, и стадия проектирования в нынешнее время почти полностью перешло на средства автоматизированного проектирования (САПР) [1]. Также в последние годы стали очень популярны и востребованы расчеты моделей проектируемых зданий и сооружений. В данных моделях могут быть условно заданы конструкции и нагрузки, которые воспроизводят поведение целого здания или сооружения. По результатам расчетов получают значения интересующих параметров, анализируют и делают выводы и рекомендации [2].

В геотехническом проектировании строительства важную роль играет моделирование будущих зданий и их влияния на близкую окружающую застройку и на инженерные коммуникации. Данный метод иначе называется *геотехнический прогноз*. В Москве и в ряде других крупных городах России данные расчеты проводят, в основном, используя лучшие зарубежные программные комплексы, что позволяет предотвратить *риски возникновения дополнительных деформаций или разрушений зданий*. Однако сейчас, в условиях возросших международных санкций, появилась реальная угроза возникновения проблем с осуществлением качественных и достоверных численных расчетов [3].

В данной работе проводится анализ, идентификация и поиск решения данной проблемы в условиях осуществления подземного строительства.

В России обязательное выполнение расчет оценки влияния строительства на городскую застройку и коммуникации стал обязательным с 1 июля 2015 г., согласно строительным правилам (п. 9.33, 9.34, 9.35 и п. 12.4, 12.8 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и

сооружений»¹). Например, согласно п. 9.33 указанного документа «при проектировании оснований, фундаментов и подземных частей вновь возводимых или реконструируемых сооружений, располагаемых на застроенной территории, необходимо выполнять геотехнический прогноз (оценку) влияния строительства на изменение напряженно-деформированного состояния окружающего грунтового массива, в том числе оснований сооружений окружающей застройки». Основной целью этого расчета согласно п. 9.34 являются определение: радиуса зоны влияния; значения дополнительных деформаций оснований и фундаментов сооружений окружающей застройки.

Также в этом нормативном документе указывается, что зданий и сооружения окружающей застройки, а также инженерные коммуникации определяются, согласно предварительной зоне влияния строительства, которая в свою очередь назначается в зависимости от конструкции ограждения котлована. При выполнении расчетов инженеры-геотехники ориентируются на утвержденные формулы и предельно допустимые значения технических показателей. Они оценивают фактическое состояние построек, а также получают точные показатели *прочности, деформации и возможности появления дефектов* грунта при производстве строительных работ [4; 5].

Перед выполнением геотехнического прогноза необходимо провести *техническое обследование* состояния конструкций сооружений окружающей застройки, расположенных в предварительно назначаемой зоне влияния нового строительства или реконструкции. По результатам обследования определяется категория технического состояния сооружений окружающей застройки [6].

Степень изученности проблемы

Сложными вопросами геотехнического моделирования при решении прикладных задач геомеханики занимались многие ученые-геотехники. Так, вопросами оценки напряженно-деформированного состояния грунта под воздействием гидрогеологических факторов, в том числе и под воздействием сейсмичности занимались Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Анискин Н.А., Шайтанов А.М. и Сергеев С.А. [7–12].

Изучением состояния слабых грунтов с низкой несущей способностью и методами их уплотнения перед началом строительства занимались такие учёные геотехники, как Орехов В.В., Алексеев Г.В., Черкасова Л.И., Медведев Е.А. [13; 14].

Практический опыт обеспечения безопасности строительства многофункционального комплекса в центральном округе Москвы описан в работе Негурица Д.Л., Алексеева Г.В., Медведева Е.А., Терешина А.А., проблемы строительства подземных комплексов в мегаполисе рассмотрены в работах Орехова В.В. и Алексеева Г.В. [15; 16].

Особую ответственность за точность проведения расчетов на стадии нулевого цикла, а именно оценка грунтовых условий зоны строительства, расчет предельно-напряженного состояния грунта, оценка динамических воздействий на проектируемые объекты, возлагается на геотехников при проектировании тяжелых зданий, к которым относят объекты высотного строительства. Поэтому «для получения точных и обоснованных расчетов требуются специалисты с большим опытом и высоким уровнем подготовки, также и дорогостоящие программные комплексы, например, инструменты моделирования потока» [17; 18].

¹ Минстрой России. Главная страница. Документы. СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений» (Приказ Минстроя России от 16 декабря 2016 г. № 970/пр) [электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/14627/>.

В целом, следует отметить, что программные комплексы позволяют осуществлять моделирование деформационных процессов для зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства, рассчитывать дополнительные осадки здания на момент окончания строительства, что позволяет обеспечивать геомеханическую безопасность и эффективно использовать подземное пространство.

Материалы и методы

При проектировании вновь возводимых или реконструируемых сооружений на застроенной территории необходимо предусмотреть мероприятия, обеспечивающие *надежность сооружений* окружающей застройки в эксплуатации до строительства, во время него и дальнейшей эксплуатации (рис. 1).



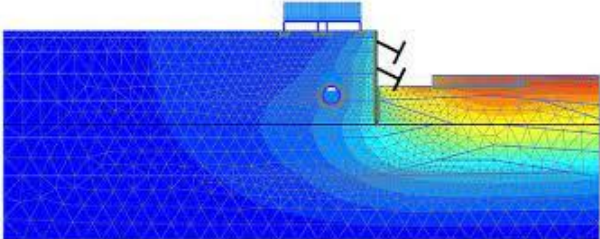
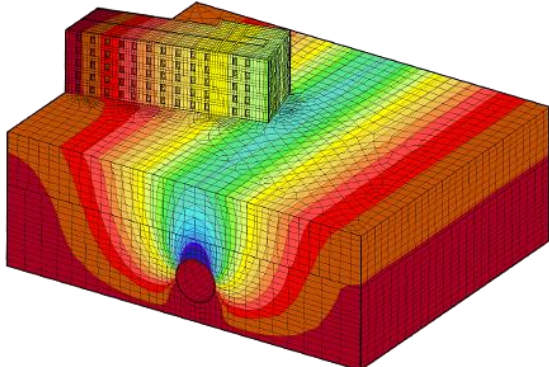
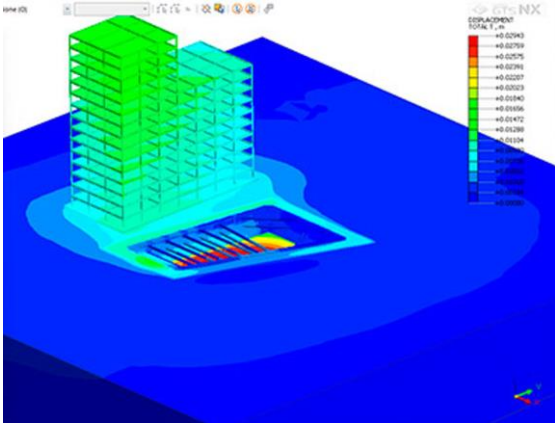
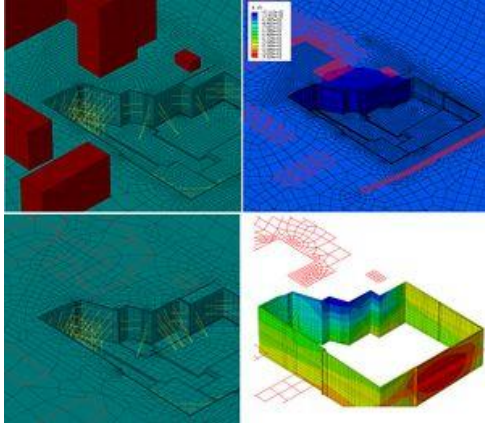
Рисунок 1. План-схема проведения оценки влияния с сопутствующими мероприятиями (составлено авторами)

В наше время существует большое число программ для выполнения геотехнического прогноза при подземном строительстве. Среди самых популярных являются зарубежные ПКВ «Plaxis», «ZSoil», «Midas GTS NX», «SIMULIA Abaqus». Подробнее основные характеристики этих программных комплексов и иллюстрации представлены в таблице 1.

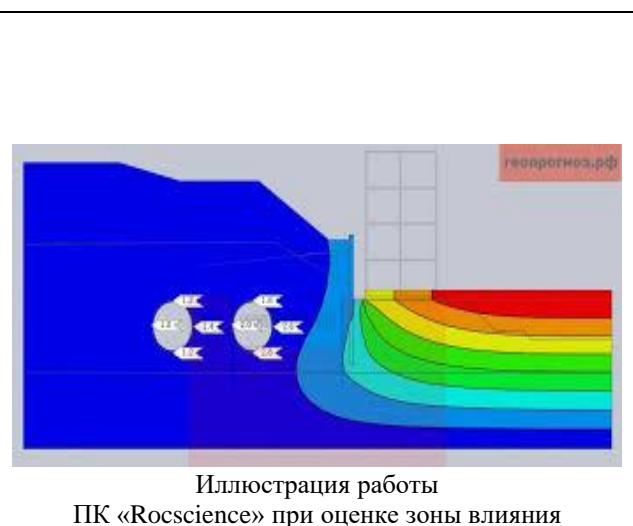
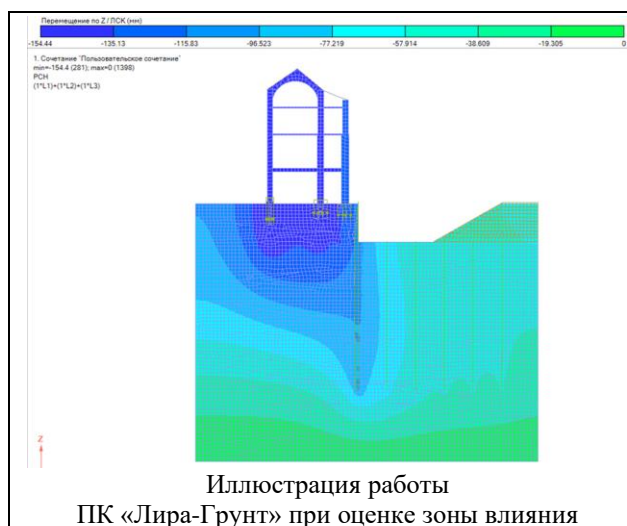
Таблица 1

Описание программных комплексов зарубежного производства
 и цветовая характеристика степени зоны влияния на окружающую застройку

Название программного комплекса	Страна-производитель	Год разработки	Метод, на котором основаны расчеты
«Plaxis» ²	Нидерланды	1987	Метод конечных элементов
«ZSoil» ³	Швейцария	1982	
«Midas GTS NX» ⁴	Южная Корея	2000	
«SIMULIA Abaqus» ⁵	США	1978	
«Лира-Грунт» ⁶	СССР/Украина	1963	
«Rocscience» ⁷	Канада	1996	

 <p>Иллюстрация работы ПК «Plaxis» при оценке зоны влияния</p>	 <p>Иллюстрация работы ПК «ZSoil» при оценке зоны влияния</p>
 <p>Иллюстрация работы ПК «GTS NX» при оценке зоны влияния</p>	 <p>Иллюстрация работы ПК «SIMULIA Abaqus» при оценке зоны влияния</p>

² Plaxis. Геотехнические расчеты. Официальный сайт [электронный ресурс]. URL: <https://www.plaxis.ru>.
³ 3-Соил. Геотехническое решения для вашего бизнеса. Официальный сайт [электронный ресурс]. URL: <https://zsoil.ru>.
⁴ Специализированные расчетные комплексы MIDAS. Официальный сайт [электронный ресурс] URL: <https://midasoft.ru>.
⁵ SIMULIA. Конечно-элементный комплекс для создания цифровых двойников и инженерного анализа и цифровых двойников. Официальный сайт [электронный ресурс]. URL: <https://simulia.igatec.com>.
⁶ LURA Lend Group. Программы для расчета и проектирования конструкций. Официальный сайт [электронный ресурс]. URL: <https://www.lirasapr.com/lira/>.
⁷ 2D and 3D Geotechnical Software Rocsware Inc. Официальный сайт [электронный ресурс]. URL: <https://www.rocscience.com>.



Составлено авторами с использованием следующих данных²⁻⁷

Самым популярным расчетным комплексом в геотехнике является ПК «Plaxis» (разработчик Технический Университет, Делфи, США, 1987 г.). Отличительной особенностью ПК «Plaxis» является возможность моделирования поэтапного возведения объекта, экскавацию и отсыпку грунта. Сам грунт моделируется как многокомпонентный материал. Программный комплекс предоставляет возможность выполнять расчеты фильтрации и консолидации грунтов, устойчивости с определением потенциальных поверхностей разрушения и значений коэффициента устойчивости.

ПК «ZSoil» (пионер-разработчик — фирма «ZACE Services Ltd», Швейцария, Лозанна. 1982 г.) — программный комплекс для геотехнических расчетов. Продукт обладает такими же свойствами, как и ПК «Plaxis», позволяя решать гидростатические и реологические задачи, учитывать свойства грунтов и конструкционных материалов. Итоговая версия является результатом совместной работы многих зарубежных компаний, работающих в области геотехнического строительства (Швейцария, Польша, США).

В последнее время активно набирал популярность программный комплекс «GTS NX» (Южная Корея), позволяя делать расчеты на динамические воздействия и расчеты на устойчивость сооружений. Эта относительно молодая программа также предназначена для моделирования и численных исследований процессов, протекающих в грунтах и на контакте грунт-сооружение. Используя ПК «GTS NX» можно производить расчеты глубоких котлованов с различными вариантами крепления, тоннелей сложной формы, расчеты консолидации и фильтрации, теплообмена.

Американская программа «SIMULIA Abaqus» не так распространена в странах СНГ и имеет ограниченное применение. Однако включает в себя все преимущества вышеизложенных программных комплексов, так же в работе программы развиваются и свои собственные аналитические методы для оценки физико-механических свойств структурно-неоднородных материалов.

Популярный в России модуль «Грунт» для ПК «Ли́ра» предназначен, в основном, для вычисления коэффициентов постели грунтового основания, вычисления жесткостных характеристик свайных оснований, определения несущей способности свай по грунту с помощью задания и редактирования параметров геологических условий площадок строительства. Оценка влияния строительства так же может рассчитываться в этом ПК, однако это довольно редкие случаи и делаются они в ограниченном количестве.

ПК «Rocscience» был разработан в Университете Торонто в 1996 г. Главной особенностью этой программы является создание возможности интеграции между своими программами для повышения эффективности работ. Интеграция продуктов помогает решать множество геотехнических задач.

В начале марта появились заявления многих IT-компаний об остановке или закрытии бизнеса в России и Беларуси, из-за «спецоперации» на Украине. Компании, производящие и разрабатывающие расчетные программы для геотехники тоже сделали заявления по этому поводу и взаимовыгодное сотрудничество с НОТИМ (Национальное объединение организаций в области технологий информационного моделирования) было прекращено.

Так, с 1 апреля 2022 г. вендор «Bentley Systems» направил своим пользователям сообщение, в котором указывалось, что компания решила приостановить продажи новых лицензий и маркетинговую деятельность. Таким образом, поставка новых лицензий прекращается. Действующие лицензии (постоянные и временные) продолжают работать и обновляться в стандартном порядке. Техническая поддержка «Liraland» 24 февраля объявила о прекращении всех поставок в РФ. Фирма «Zsoil» объявил о прекращении выдачи новых лицензий с сохранением текущих действующих лицензий, аналогично поступили разработчики «SIMULIA Abaqus» и «Rocscience».

Корейская компания «Midas IT», разрабатывающая «GTS NX», «FEA NX» на сегодняшний день официально не объявляла о приостановлении своей деятельности, прекращении выдачи и обновления новых лицензий.

По полученным результатам по компаниям и их продуктам сформируем таблицу 2.

Таблица 2

Краткая характеристика программных комплексов для геотехнического моделирования

Название программного комплекса	Страна-производитель	Компания дистрибьютер/вендор	Доступность продукта в России
«Plaxis»	Нидерланды	«Bentley Systems»	Только обновление старых лицензий
«ZSoil»	Швейцария	«Zace Services»	Только обновление старых лицензий
«GTS NX»	Южная Корея	«Midas IT»	Доступны новые обновления старых лицензий (на август 2022 г.)
«SIMULIA Abaqus»	США	«Dassault Systems»	Только обновление старых лицензий
«Лира-Грунт»	СССР/Украина	«Liraland»	Отсутствие продуктов
«Rocscience»	Канада	«Advanced survey technologies»	Только обновление старых лицензий

Составлено авторами

Таким образом, видно, что у компаний, у которых уже есть лицензии, не наблюдается проблем с использованием программных комплексов. Однако новые компании не будут иметь доступ к большинству программ, так как ограничено получение новых лицензий. На август 2022 доступ к новым лицензии был только у ПК «GTS NX», однако, в случае ухудшения геополитической обстановки, не исключено лишение возможности получения и этой лицензии.

Одной из возможности решения этой проблемы является использование так называемого серого программного обеспечения (ПО). Однако это опасно и может нести за собой определенные последствия. Программные обеспечения, в которые входят расчетные программные комплексы, являются объектом авторских прав, и их нелегальное использование нарушение влечет за собой административную, уголовную и гражданско-правовую ответственность.

Административная ответственность (статья 7.12 КоАП РФ ⁸) предусматривает наложение штрафа с конфискацией нелегальных экземпляров ПО и оборудования.

Уголовная ответственность (статья 146 УК РФ⁹) наступает, если причинило крупный ущерб автору или иному правообладателю. Деяния признаются совершенными в крупном размере, если стоимость использованного нелегального ПО или прав на него превышает 100 000 рублей. Если же будет доказано, что использование нелегального программного обеспечения было совершено группой лиц по предварительному сговору или организованной группой, или в особо крупном размере (более 1 000 000 рублей), или лицом с использованием своего служебного положения, то виновные лица наказываются принудительными работами на срок до пяти лет либо лишением свободы.

Гражданско-правовая ответственность. К организациям, которые используют нелегальное ПО может предъявить имущественный иск владелец авторских прав на используемое ПО. Эта ответственность не исключает уголовной и административной ответственности. Нарушитель должен выплатить правообладателю двукратную стоимость одного ПО или компенсацию от 10 000 до 5 000 000 рублей по решению суда.

Таким образом, использование нелегального ПО несет в себе огромные риски и не является решением проблемы. Использование такого ПО крайне не рекомендуется.

Однако, известно, что многие компании многие годы используют серые программные комплексы, — две трети российских организаций использовали и продолжают использовать бесплатное или серое иностранное программное обеспечение. Это связано с очень низкой рентабельностью в проектировании, бюджетов для приобретения лицензионного ПО многим не хватает. У многих компаний просто нет выбора из-за нехватки отечественных аналогов и дороговизны иностранных продуктов.

Результаты и обсуждения

По данным официальных источников, ещё в начале 2020 года в стране фиксировалась огромная нехватка IT-кадров. В связи с этим был разработан пакет мероприятий по поддержке IT-сферы, включая отмены валютного контроля, снижение налоговой ставки, создание российского магазина приложений для игр.

Согласно данным, предоставленным Министерством цифрового развития, связи и массовым коммуникациям РФ, в стране на февраль 2021 года не хватало от 500 тысяч до 1 млн специалистов в различных сферах информационных технологий. И был запущен второй пакет поддержки по расширению импортозамещения при закупках программного обеспечения и компьютерной техники.

Однако в феврале 2022 года произошло осложнение геополитической ситуации и по оценке Российской ассоциации электронных коммуникаций, в марте Россию покинули около 50–70 тысяч IT-специалистов. Без грамотных IT-специалистов не может быть и речи о технологическом прорыве и развитии этого сектора в экономике. В связи с этим, 2 марта

⁸ Консультант Плюс. Главная. Документы. «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 18.03.2023). Статья 7.12. Нарушение авторских и смежных прав, изобретательских и патентных прав. [электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/38ae39c9c4f9501e2c080d13ff20587d2b8f5837/.

⁹ Консультант Плюс. Главная. Документы. «Уголовный кодекс Российской Федерации» от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 18.03.2023). УК РФ Статья 146. Нарушение авторских и смежных прав. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/b683408102681707f2702cff05f0a3025daab7ab/.

2022 года Правительство РФ подписало указ о внедрении третьего пакета мер поддержки IT-отрасли. Однако, не смотря на все меры поддержки IT-специалистов, они всё равно продолжают покидать страну. Во многом, за счёт отсутствия доступа к современным технологиям на фоне санкций.

Одним из вариантов выхода из сложившейся ситуации является импортозамещение в цифровой технологии: создание аналогов ПО и специализированных программных комплексов. Создание таких ПО «с нуля» потребует больших средств и ресурсов. Однако если проводить строгий мониторинг финансов и создать штаб специалистов в области геотехники, математики и программирования, то возможно создание такого комплекса.

В качестве примера можно привести российскую программу «Wall-3», применяемую для расчетов ограждающих конструкций котлована, в том числе и в подземном строительстве, которая была изобретена специалистами НИИОСП имени Н.М. Герсеванова в 1990–1995 годах. Данной программой пользуются многие компании-проектировщики и своим качеством она доказала свою пригодность и работоспособность в нынешнее время.

Еще одним примером отечественной разработки является программный комплекс «MalininSoft», который структурно состоит и предоставляется возможности расчета механических характеристик:

- «GeoWall» для расчета ограждения котлованов;
- «Alterra» для расчета напряженно-деформированного состояния системы «основание-фундамент-сооружение»;
- «GeoPlate» для расчета осадки свайно-плитного фундамента;
- «GeoStab» для расчета устойчивости склонов и откосов;
- «GeoPile 4» — расчет несущей способности свай по грунту;
- «GeoPlug» — расчет противодиффузионных завес.

Разработчиком этих программ является ООО «ИнжПроектСтрой». Все программы «MalininSoft» основаны на использовании инженерных методик и современных численных методов, которые достаточно хорошо зарекомендовали себя на практике на многих строительных объектах.

Таким образом, есть случаи удачных разработок программных комплексов в России. Это потребует больших финансовых затрат в миллиарды рублей на саму разработку, создание серверных для сохранения «бэкапов» и баз данных, техническую поддержку и рекламу этих продуктов. Создание таких комплексов и способствует созданию новых рабочих мест, импортозамещению развитию собственного IT сектора. Все новосозданные программы будут занесены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, так же их разработчики будут освобождены от уплаты 20 % НДС и получают другие льготы.

По причине ухода с рынка иностранных программных комплексов, применяемых для реализации инвестиционно-строительных проектов, ФАУ «Госэкспертиза» для законодательной поддержки безостановочного процесса осуществления проектных работ и самого строительства ввела мораторий на подготовку отрицательных заключений по результатам проведения государственной экспертизы документации (проектная документация и результаты инженерных изысканий). Эти действия регулируются приказом № 46 от 11.03.2022 Минстроя РФ «О Временном порядке проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий». Это позволит исключить

необходимость повторного запуска процесса экспертизы, повторного оформления документов и финансовых затрат. Таким образом, смягчается и облегчается прохождение обязательной государственной экспертизы.

Так же после начала спецоперации намечается постепенный отказ от применения норм, сводов правил, СНиПов. Все документы в области строительного нормирования теперь будут добровольными для применения. Еще с 1 августа 2020 года одна треть нормативных документов, регулирующих проектирование и строительство (СНиПы и ГОСТы) стали носить рекомендательный характер вместо обязательного применения. Сейчас же этот тренд будет только усиливаться и может стать, как заявляют эксперты, весьма опасным. Сам проект постановления Правительства РФ, разработанный Минстроем России и направленный на отказ от обязательных требований в строительстве, направлен Аналитический центр при правительстве России в апреле этого года. Сам документ предлагает исключить из Перечня национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений, пункты 1–69 постановления Правительства РФ от 28 мая 2021 года № 815. Поскольку данный перечень содержит ровно 69 пунктов, то в статус добровольных предлагается перевести все документы обязательного применения.

Так как геотехнический прогноз входит в обязательный пункт СП 22.13330.2016, то необязательность его проведения позволит проектировщикам проходить экспертизу. Таким образом, будет стоять вопрос о прекращении проведения оценки влияния строительства и отказа от этих расчетов. Для уникальных объектов это может оказаться критичным, так как поведение конструкций таких зданий у каждого свое и незнание того, как здание или подземное сооружение влияет на окружающую застройку и инженерные коммуникации может привести к недопустимым осадкам, аварийным ситуациям и другим опасным факторам.

Из всего этого можно сделать вывод, что при таком сценарии велик риск появления непредсказуемых ситуаций при строительстве и последующей эксплуатации потенциально опасных и технически сложные объектов, поэтому их строительство будет сложнее и менее надежным.

Однако результативность национальной программы «Цифровая экономика»¹⁰ во многом зависит от развитости ИТ-отрасли, которая отличается от других отраслей своей адаптивностью к кризисам. Кроме того следует отметить и государственную поддержку ИТ-отрасли¹¹, как локомотива модернизации экономики, в частности, цифровой трансформации промышленности и реализации программ импортозамещения [19–21].

Управление ситуацией в области разработки отечественных программных комплексов для реализации проектов по строительству и эксплуатации объектов и сооружений требует применения инструментов теории стратегирования, сформулированной академиком Л.В. Квинтом [22].

Поэтому следует отметить, что «существуют реальные возможности создать собственные экосистемы прикладного программного обеспечения по отраслям экономики России» [19, с. 10].

¹⁰ Национальная программа «Цифровая Экономика Российской Федерации» Проектный офис Правительства РФ в редакции 1 февраля 2019 г URL: <http://government.ru/info/35568/>.

¹¹ Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года. — Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/4084/>.

Заключение и выводы

Результаты полученных данных показывают, что существуют несколько выходов из сложившейся проблемы. Каждый из них имеет свои минусы и плюсы. В нижеприведенной таблице 3 указаны все рассмотренные выше варианты, их плюсы и минусы.

Таблица 3

Оценка вариантов решения проблем в сфере высоких технологий в строительном проектировании

ВАРИАНТ	ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
Использование нелегального ПО	Возможность проводить расчеты во всех доступных «пиратских» программных комплексах	Возможность уголовного, административного преследования. Невозможность прохождения экспертизы проектной документации
Создание отечественных аналогов	Создание рабочих мест. Отказ от иностранных программных комплексов. Удобство к привязке к отечественным нормативным документам. Меньшая стоимость по сравнению с зарубежными ПК	Большие финансовые затраты. Опасность коррупционной составляющей. Нехватка IT кадров для разработки ПО. Возможность создания продукта более низкого качества по сравнению иностранными аналогами
Отказ от проведения оценки влияния (на основании изменений СП, ГОСТов и т. д.)	Возможность не проводить геотехнические расчеты в связи с необязательностью исполнения	Опасность возведения сложных и уникальных объектов в связи с нехваткой информации о поведении конструкций и грунтов основания, а также конструкций зданий окружающей застройки и инженерных коммуникаций

Разработано авторами

Исходя из полученных в результате исследования, можно сделать вывод, что наиболее оптимальный вариант решения проблемы осуществления геотехнического прогноза при подземном строительстве является создание отечественных программных комплексов. Данный вариант имеет наибольшее число преимуществ (табл. 3). Так же имеются недостатки, однако, они перевешиваются достоинствами и поможет мотивировать создавать другие ПО и оптимизировать строительное производство в стране.

Основой любого стратегического процесса является выявление экономических интересов объекта стратегирования, его ценностей и конкурентных преимуществ. В данном случае экономическим интересом будет являться создание и последующее усовершенствование конкурентоспособных отечественных программных комплексов в течение первых 5–8 лет. Рабочие программы, создаваемые в поддержку стратегической цели, должны быть гибкими, постоянно находится в движении, обеспечивая возможность своевременного реагировать на вызовы внешней среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разводовский Д.Е. Применение BIM в геотехнике / Д.Е. Разводовский, С.О. Шулятьев, Л.Р. Ставницер // Жилищное строительство. — 2018. — № 11. — С. 3–8.
2. Пономарев А.Б. Результаты геотехнического моделирования влияния устройства глубокого котлована на существующую застройку / А.Б. Пономарев, С.В. Калошина, А.В. Захаров [и др.]. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. — 2014. — № 4. — С. 188–201.

3. Соколов, Н.С. Основные ошибки в геотехническом строительстве / Н.С. Соколов // *Фундаменты*. — 2021. — № 3(5). — С. 10–13.
4. Разводовский Д.Е. Методические рекомендации по оценке геотехнического риска в условиях плотной городской застройки / Д.Е. Разводовский, А.В. Скориков, И.А. Разводовская // *Вестник НИЦ Строительство*. — 2021. — № 2(29). С. 88–100. — DOI: 10.37538/2224-9494-2021-2(29)-88-100.
5. Бабаян А.Д. Моделирование геотехнического обследования фундаментов и оснований зданий / А.Д. Бабаян, С.М. Аксенова // *Техника и технологии строительства*. 2019. № 2(18). С. 22–27.
6. Abelev M.Y., Chunyuk D.Y., Levchenko A.P., Averin I.V. Geotechnical Risk Management for Construction in Built-Up Areas // *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2021. Vol. 58. No 5. P. 411–415. DOI: 10.1007/s11204-021-09759-3.
7. Тер-Мартirosян З.Г. Консолидация водонасыщенного грунта при действии циклической нагрузки / З.Г. Тер-Мартirosян, А.З. Тер-Мартirosян // *Вестник МГСУ*. — 2010. — № 4-2. — С. 194–197.
8. Тер-Мартirosян З.Г. Реологические свойства грунтов при сдвиге / З.Г. Тер-Мартirosян, А.З. Тер-Мартirosян // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. — 2012. — № 6. — С. 9–13.
9. Ter-Martirosyan A.Z. Estimation of Residual Stresses at the Interface between Ground Anchor and Surrounding Soil under Pressure Grouting / A.Z. Ter-Martirosyan, Z.G. Ter-Martirosyan, V.S. Avanesov // XXV Polish — Russian — Slovak Seminar «Theoretical Foundation of Civil Engineering», Chelyabinsk, 19–20 мая 2016 года. — Chelyabinsk: Elsevier Ltd, 2016. — P. 754–760. — DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.238.
10. The definition of necessary axial force for extension of initial borehole for soft soil compaction process design / Z.G. Ter-Martirosyan, A.Z. Ter-Martirosyan, V.N. Sidorov, N.A. Aniskin // *MATEC Web of Conferences: 5th International Scientific Conference on Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education, IPICSE 2016, Moscow, 16–17 октября 2016 года*. Vol. 86. — Moscow: EDP Sciences, 2016. — P. 03014. — DOI 10.1051/mateconf/20168603014.
11. Анискин Н.А. Натурный эксперимент по тепловыделению бетона и использование его результатов для верификации программного комплекса ANSYS / Н.А. Анискин, А.М. Шайтанов // *Вестник МГСУ*. — 2022. — Т. 17, № 6. — С. 727–737. — DOI 10.22227/1997-0935.2022.6.727-737.
12. Анискин Н.А. Численные решения задач неустановившейся фильтрации в гидротехнике / Н.А. Анискин, С.А. Сергеев // *Вестник МГСУ*. — 2022. — Т. 17, № 11. — С. 1478–1487. — DOI 10.22227/1997-0935.2022.11.1478-1487.
13. Черкасова Л.И. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния трехфазных грунтов при изменении давления на их поверхности / Л.И. Черкасова // *Промышленное и гражданское строительство*. — 2018. — № 5. — С. 55–60.
14. Черкасова Л.И. Опыт проведения экспресс обследования здания в период разрушения основания (на примере одного объекта) / Л.И. Черкасова, Г.В. Алексеев, Е. А. Медведев // *Вестник МГСУ*. — 2006. — № 1. — С. 170–173.

15. Геомеханическое обеспечение строительства многофункционального центра в условиях мегаполиса / Д.Л. Негурица, Г.В. Алексеев, Е.А. Медведев, А.А. Терешин // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2021. — № 3. — С. 286–296. — DOI: 10.46689/2218-5194-2021-3-1-280-290.
16. Орехов, В.В. Прогноз влияния строительства подземного комплекса на окружающую застройку / В.В. Орехов, Г.В. Алексеев // Вестник МГСУ. — 2017. — Т. 12, № 8(107). — С. 839–845. — DOI: 10.22227/1997-0935.2017.8.839-845.
17. Шилин, Н.В. Техничко-экономическое сравнение вариантов проектирования фундаментов на примере высотного строительства / Н.В. Шилин, В.В. Полити // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 6(90). — С. 395–408.
18. Кожевникова, И.В. Анализ и систематизация факторов, влияющих на рациональный выбор конструктивных решений фундаментов высотных комплексов / И.В. Кожевникова, В.В. Полити // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 8(92). — С. 346–359.
19. Пащенко, Д.С. Современные риски и угрозы для российской отрасли информационных технологий в 2020–2022 гг. / Д.С. Пащенко, Н.М. Комаров // Отходы и ресурсы. — 2022. — Т. 9. — № 1. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/17ITOR122.pdf>. DOI: 10.15862/17ITOR122.
20. Смышляева А.А. Современные технологии в Индустрии 4.0 — киберфизические системы / А.А. Смышляева, К.М. Резникова, Д.В. Савченко // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». — 2020. — № 3. — URL: <https://resources.today/PDF/02INOR320.pdf>. DOI: 10.15862/02INOR320.
21. Götz M., Jankowska B. (2020) Industry 4.0 Technology Adoption and Company Competitiveness: Case Studies in the Post-Transition Economy. Foresight and NTI management, vol. 14, No. 4, pp. 61–78. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78.
22. Сасаев Н.И. Фундаментальная основа для формирования новой культуры стратегирования // Экономика промышленности. 2021. Т. 14, № 2. С. 153–163. doi: 10.17073/2072-1633-2021-2-153-163.

Mamontov Artem Olegovich

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia
E-mail: mamontov-mam@mail.ru

Politi Violetta Valer'evna

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia
E-mail: betapol@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8898-2883>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=455906

Potential risks in the practice of geotechnical modeling of construction objects under the influence of international sanctions

Abstract. Relevance. Of particular importance for reducing the risks of construction work is the geotechnical forecast of the impact of the construction of a buried structure on the existing development, communications and assessment of soil deformation. The departure from the Russian market of foreign software systems in the field of geotechnical modeling threatens the very possibility of pre-project and design studies of unique and complex construction projects.

Materials and methods. The object of the study is modern software systems of foreign and domestic production used in the construction of technically complex and potentially dangerous facilities. The subject of the study is risk situations inherent in all innovations and generated by management decisions to adapt the Russian construction industry to external attempts to create conditions for international isolation, in particular, in the field of high technologies.

Results. The paper grouped and described the best foreign software systems used for geotechnical modeling of a construction site. Potential risks are identified in case of termination of the use of licensed foreign programs.

Conclusions. The use of domestic software systems and unlicensed software systems will not only reduce the accuracy of designing and assessing the level of impact of new construction on existing buildings and structures, as well as communications, but will also cast doubt on the very possibility of building technically complex facilities. Another group of risks is concentrated in assigning mandatory application of the status of “recommendatory document” to regulatory documents. According to the authors, the best way out of this situation is to initiate the process of active development of a competitive market for domestic software systems in parallel with the use of legally temporarily permitted unlicensed programs. Also — the creation of special conditions for the work of specialists in the field of IT-programming.

Keywords: construction; geotechnical forecast; risk situation; responsibility; soil deformation assessment; construction assessment; import substitution; commodity market programming