<https://doi.org/10.53278/2306-9139-2021-2-17-45-52>

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСКУРСИЯ: «РАЗВИТИЕ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДОК ИСААКИЕВСКОГО СОБОРА»

© 2021 А. Г. Шашкин*, В. А. Васенин**

© 2021 A. G. Shashkin*, V. A. Vasenin**

* Институт «Георекострукция», Измайловский пр., 4, к. 414, Санкт-Петербург,
190000, Россия,

* Institute "Georeconstruction", Ul. Izmajlovskij pr., 4, k. 414, St. Petersburg, 190000, Russia

9563513@gmail.com

Исаакиевский собор — крупнейший православный храм в мире, построенный 170 лет назад, гордость и украшение Санкт-Петербурга. И все эти годы продолжаются неравномерные осадки грандиозного сооружения.

Авторы публикации преследуют скромную цель: дополнить имеющуюся информацию об истории деформирования памятника результатами сравнительно недавних геодезических измерений. Но для того, чтобы новые результаты органично вошли в копилку данных, необходимо хотя бы кратко ознакомиться с историческим контекстом.

Для этого воспользуемся такими историческими источниками как «Журнал комитета для рассмотрения замечаний архитектора Модюи на строительные работы Исаакиевского собора», книга Н. П. Никитина [3], а также сохранившимися в архивах запиской Н. У. Малеина «Фундаменты и свайное основание Исаакиевского собора (опыт критической оценки и их устройств)», написанной в 1947 г. и отчетом Ленинградского политехнического института (ЛПИ), написанным в 1954 г. под руководством В. А. Флорина и Д. М. Тартаковского.

1. Краткий исторический экскурс по строительству

В истории строительства существующего храма можно выделить три этапа. **Первый этап** относится к возведению так называемого Третьего Исаакиевского собора, начатого по проекту А. Ринальди и оконченного по проекту В. Бренна (первые два собора петровского времени не имеют отношения к истории строительства существующего сооружения — они стояли примерно на месте Медного всадника). Собор никак не соответствовал замыслу Александра I превратить Санкт-Петербург в самую красивую столицу Европы. Задание на проектирование нового собора содержало требование о перестройке ринальдиевской церкви с максимальным

использованием частей старого здания.

На сохранившемся чертеже свайной бойки и фундаментов, разработанном Ринальди, подкупольные пилоны основывались на сваях длиной 5 саж. (10,65 м), все остальные сваи были по 4 саж. (8,52 м). Среднее расстояние между осями свай составляло 62 см. Верхушки свай были срублены на глубине 3,65 м от поверхности земли.

Второй этап истории начался с одобрения императором первоначального проекта О. Монферрана, по которому было предположено Исаакиевский собор против первоначального плана Ринальди увеличить на третью часть. Над собором, согласно первоначальному плану, планировалось устроить величественный купол, окруженный четырьмя меньшими. Предполагалось сохранение четырех пилонов, поддерживающих центральную главу, и всех стен, кроме западной, и колокольни, полукруглые выступы с трех сторон строения Ринальди разбирались (рис. 1) [3].

Руководство строительством собора возлагалось на замечательного испанского инженера А. Бетанкура, основателя российской инженерной школы, поскольку имелось некоторое недоверие к строительному опыту Монферрана. Однако занятость Бетанкура другими поручениями не дала ему возможности погрузиться полностью в проектирование собора. Бетанкуру мы обязаны, прежде всего, разработкой метода подъема гранитных колонн на портики и подкупольный барабан. В остальном он оставался, скорее, консультантом своего протеже (именно Бетанкур представил Монферрана императору).

Весной 1818 г. начались работы по разборке стен старой церкви, возведению подсобных строений, земляные работы, отлив воды из котлованов. Однако в сентябре 1821 г. строительство было остановлено, основанием чего послужила записка

Рис. 1. План и вид Исаакиевского собора по проекту Монферрана, утвержденному в 1818 г. (план совмещен с планом собора Ринальди) [3]

А. А. Модюи, заставившая пересмотреть весь проект заново. Этим делом занялся специально организованный комитет, в который вошли лучшие российские архитекторы.

Как следует из протоколов его заседаний, главный недостаток проекта оппонент видел в том, что «по сделанному г-ном Монферраном плану и принятого в исполнение оного способу почти нет возможности оставить ныне существующие четыре столбца, поддерживавшие прежний кирпичный фонарь с куполом, ... что новый фонарь с куполом должен быть воздвигнут на двух старых и двух новых столбцах, которые будут иметь неодинаковую осадку».

Члены комитета согласились с Модюи в том, что «для прочности и безопасности лучше все четыре столбца, долженствующие поддерживать каменный фонарь с куполом, сделать новые».

Ответы Монферрана об устройстве новых фундаментов собора служат весьма ценной информацией о работах, выполненных до изменения проекта (поскольку проектная документация в этот период Монферраном надлежащим образом не оформлялась, разработку достаточно детальной «рабочей» документации на последующем этапе работ следует отнести к положительным результатам работы комитета).

По поводу устройства свайного основания Монферран дает комитету следующие пояснения, весьма существенные для понимания нами конструкции и технологии устройства фундаментов:

- «новые фундаменты устроены не под одними стенами, но сделаны ... сплошною массою по всему

пространству предполагаемой пристройки»;

- «новые фундаменты опущены наравне с прежними основаниями церкви»;
- «по вырытии земли были биты трехсаженные (6,4 м — здесь и далее курсивом примечания авторов статьи) елового дерева сваи, от 6-ти до 7-ми вершков (26...30 см) в отрубе, так что промежутки между ними были равны их толщине» (во всех прочих документах указано, что для свай использовалась сосна);
- «сии сваи, имеющие сверху железные кольца, были вколачиваемы бабою в 90 пудов (1,4 т) весом»;
- «по набитии свай земля между ними так отвердела, что нельзя было оную выковыривать железным ломом»;
- «для подрубки сих свай по ватерпасу оставлена была на время вода ... когда она поднялась до желаемой им вышины, тогда он по сему уровню приказал срубить сваи»;
- «после сего около свай очищена была земля до 8-ми вершков (35 см) глубины и сии пустые места были накрепко набиты щебнем»;
- «таким образом площадь, составляющая новое основание, была покрыта двенадцатью тысячами ста тридцатью сваями»;
- «крыльца были основаны на всю вышину на убой, дабы служить контрфорсами ... целой массе новых пристроек», поскольку «сии крыльца находились на копанной земле, следственно осадка оных отделила бы их от других пристроек»;
- «все пустые места в портиках, на коих не предполагалось никакого груза, были выведены отбор-

ною плитою с подбивкой рядами, а не просто забучены».

Опасность развития существенной неравномерности осадок между старыми и новыми конструкциями было не единственным недостатком проектного решения. Существенные проблемы имел и купол, который не опирался непосредственно на подкупольные пилоны.

По результатам рассмотрения проекта было решено доложить императору, что «члены сего комитета почитают нужным до исправления недостатков в проекте ... все строительные работы Исаакиевского собора остановить».

Третий этап истории строительства начался после полной переделки Монферраном проекта по замечаниям комитета.

Были предназначены к разборке два старых ринальдиевских западных пилон. Четыре новых пилон Монферран расставил так, чтобы подкупольный барабан опирался на пилоны.

К 1825 г. фундаменты по старому проекту были почти полностью закончены. Фундаменты под пилоны ринальдиевской церкви были оставлены без изменений, а построенные впоследствии разобраны до нижних рядов гранитной кладки. Фундаменты под восточные подкупольные пилоны были усилены приделкой к ним новых частей кладки. Под четыре колокольни и два портика (южный и северный), а впоследствии восточный и западный, были устроены добавочные фундаменты, основанные также на сваях.

Все сваи забивались, как тогда было принято, «частоколом», когда расстояние между ними было

равно их диаметру. После срубки голов свай по ватерпасу предписывалось пространство между сваями «защепенить сплошь с утрамбовкой и залить жидким раствором». Фундаменты по сваям представляли собой сплошную кладку из гранита и плиты известняка. В местах наибольших нагрузок (пилоны, углы здания) применялась кладка из гранита, под стенами и рядами колонн — чередование известняковой кладки с рядами гранита. Кладка на известковом растворе образовывала массивный бутовый фундамент толщиной 7,5 м с расположением подошвы на абсолютной отметке около «- 2,6» м. Устройство всех фундаментов завершилось в 1827 г.

Принятые к 1825 г. в отношении плана и фундаментов собора решения уже не менялись (рис. 2).

2. Об инженерных изысканиях начала XIX в. и инженерно-геологических условиях территории

Модюи упрекал Монферрана в том, что он не знал даже, «как глубоко надобно будет вести фундаменты; что он предполагал сделать их сплошь из обыкновенной бутовой плиты, употребляемой в частных домах; что он нигде не велел испытать сондою (зондом) глубину фундаментов, с которыми он должен был верстать новые...».

Здесь уместно упомянуть о методах исследования грунтов начала XIX в.

В своей книге «Исаакиевский собор», изданной в 1845 г. [5], Монферран ссылается на труд архитектора И. М. Лема, изданный в 1803 г. в Санкт-Петербурге [2]. В нем приводится следующее описание изысканий того времени: «Надлежит сделать прежде испытание земли в тех местах, где работу произво-

Рис. 2. О. Монферран. Проект Исаакиевского собора: а — план 1825 г.; б — фасад, вариант 1835 г. [5]

доть и сваи бить надобно: для сего употребляется шуп, называемый «трепан», состоящий в железном пруте, у которого нижний конец сделан наподобие ложки, или спирали, наполняющейся просверленной землей».

«По мере того, как он низпускается, такову и длину его делают, притом с разными коленами, одно в другое вставленными, дабы составляли они собой один, который два человека наворачивают посредством рычага. Надлежит замечать, что когда забивается свая в песчаную землю, то поверхность ее претерпевает великое трение... в таких случаях по неупотреблении шупа можно будет ошибаться... в основании всегда надлежит испытать грунты земли сверлением, дабы увериться в ее твердости... Должно остерегаться чтобы не ошибиться со взглядом в доброту почвы земной и наперед рассматривать довольно ли она крепка к держанию каменного сооружения или надобно бить сваи и делать из дерева решетки: по набитии свай и по выемке земли распертой, срубить или насадить по уровню поперечные и продольные брусья, и набутить камнем».

Монферран возражал на замечание Модюи, «что употребленное им средство было лучше sondы, которая могла показать только свойства грунта земли», что он «велел вырыть у северного угла довольно широкий ров», откачал воду, осмотрел фундаменты и сделал в них проломы «для узнания степени твер-

дости фундамента». Отсюда следует, что Монферран испытаний грунтов все же не проводил.

Первые инженерно-геологические изыскания, в современном понимании этого термина, были выполнены трестом «Ленканализация» в 1927–1939 годах (рис. 3) [3]. Исследования свойств грунтов основания собора были выполнены в 1954 г. трестом ГРИИ в рамках исследований, проводимых ЛПИ. Согласно инженерно-геологическим изысканиям недавнего времени (2009 г.), инициированным Горным университетом, Исаакиевский собор располагается на склоне глубокой погребенной долины, понижающемся в северном направлении. В юго-западной части Исаакиевского собора кровля отложений венда находится на глубине 44,5 м. Как отмечает Р. Э. Дашко [1], изменение мощности четвертичной толщи в пределах контура собора на 20–25 м имеет принципиальное значение для оценки условий развития неравномерных деформаций собора. В разрезе четвертичных отложений прослеживаются межморенные, ледниковые, озерно-ледниковые и озерно-морские (литориновые) образования, перекрытые техногенными грунтами. В верхней части разреза отмечаются прослой торфа и заторфованных отложений. При изысканиях 2009 г. уровень грунтовых вод был зафиксирован на глубине 1,8...2,0 м от поверхности. Исследования, выполненные под руководством Р. Э. Дашко

Рис. 3. Инженерно-геологический разрез по скважинам треста Ленканализация, выполненным в 1927–1939 годах (Н. П. Никитин, 1939): а — план расположения скважин; б — разрез; цифрами обозначены слои грунта, сохранено авторское наименование слоев: 1 — насыпной грунт; 2 — тощий суглинок; 3 — мелкий песок; 4 — средний песок; 5 — тощий суглинок; 6 — мелкий глинистый песок; 7 — средний суглинок; 8 — жирный суглинок; 9 — слоистый жирный суглинок; 10 — ленточная глина; 11 — светлая глина; 12 — валунный суглинок.

[1], показывают, что по сравнению с данными ЛПИ за последние полвека произошло существенное негативное изменение химического состава грунтовых вод за счет утечек из системы водоотведения, расположенной по контуру собора.

Литориновые супеси и озерно-ледниковые суглинки имеют текучую, реже текучепластичную консистенции, их естественная влажность изменяется от 34 до 51%. Песчаные литориновые разности в основании собора имеют выраженные плавунные свойства за счет высокой микробной пораженности. Водопроницаемость песков снижается до значений, характерных для глинистых разностей. Исследованные озерно-ледниковые и моренные глинистые грунты характеризуются как квазипластичные отложения [1].

3. Об оценке несущей способности свай

В своем письме Монферрану от 3 апреля 1818 г. Бетанкур указывал, что «нужно забить сваи от 6 до 7 вершков в диаметре (26,4 ... 30,8 см) до отказа, т.е. бить сваи бабами весом от 75 до 80 пудов (1,2 ... 1,3 т), поднятыми на высоту 11–12 футов (3,35 ... 3,65 м), до тех пор, пока, получив 10 ударов, они не опускаются ни на один дюйм», чем Монферран и руководствовался при строительстве.

Первую оценку нагрузки, приходящейся на сваю, дал в 1912 г. П. И. Дмитриев, профессор Института гражданских инженеров, выполнивший статические расчеты элементов конструкции собора. По его подсчетам, на одну сваю приходилось в среднем 18 т.

Н. У. Малеин в 1947 г., выполнил первую расчетную оценку несущей способности деревянной сваи длиной 6,4 м, определив ее равной примерно 18 т. По его оценке, при общем количестве свай под ринальдиевскую церковь и новый собор в 24 000 штук и весе всего сооружения в 300 000 т, на каждую сваю приходится по 12,5 т. Ученые ЛПИ в 1954 г. пришли к выводу о том, что на каждую сваю приходится в среднем 15 т, а на сваи под пилонами купола — 22,5 т. При этом отмечалось, что при уровне грунтовых вод на отметке +1,0 м и расположении голов свай на отметке –2,6 м над ними имеется более 3 м грунтовых вод, что защищает древесину от гниения.

Однако основываться в вопросе сохранности свай только на их гарантированном положении ниже уровня грунтовых вод представляется недостаточным. Следует принять во внимание результаты исследования Р. Э. Дашко [1], согласно которым была зафиксирована биопораженность фрагментов дерева (сосны), извлеченных из техногенного слоя при бурении скважины с глубины 2,5 м (было обнаружено восемь видов микромицетов — деструкторов различных материалов).

Оценка несущей способности деревянных свай интересовала многих исследователей. Однако представляется, что этот вопрос не является столь существенным, поскольку исторические сваи имели ограниченную (высотой свола дерева) длину и поэтому никак не могли в инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга достичь надежных малосжимаемых слоев грунта. Под остриями свай оставалась мощная толща слабых водонасыщенных глинистых отложений, поэтому устройство свайного поля понималось как «уплотнение грунта сваями». Поверхностные песчаные отложения, служащие основанием рядовой петербургской застройки, неплохо справлялись с перераспределением давления от здания на слабые подстилающие грунты, играя роль природной песчаной подушки, если здание не было высоким (не выше карниза императорского Зимнего дворца), в чем, содержался не только этический аспект, но и эмпирически найденное геотехническое условие безопасности постройки. Сваи забивались при строительстве особо ответственных, высоких и тяжелых зданий. Забивка способствовала уплотнению грунта между сваями и выполняла роль вертикального армирования естественной песчаной подушки, повышая ее жесткость и тем самым способствуя, в некоторой степени, снижению неравномерности осадок. Разумеется, это никак не исключало развития существенных осадок слабого основания свайного фундамента.

Имеющиеся исследования инженерно-геологических условий памятника позволяют с помощью современных инженерных методов расчета оценить величину осадки собора, которая составляет примерно 1,0 м. Таким образом, свайное поле, в основании которого залегает толща слабых водонасыщенных глинистых грунтов, не в состоянии обеспечить безопасные осадки сооружения. Как известно, чем больше абсолютные осадки, тем выше и их неравномерность.

В то же время, как показывают расчеты ЛПИ, выполненные в 1954 г., устройство свайного основания с ростверком в виде массивной бутовой плиты обеспечило необходимую устойчивость основания столь тяжелого сооружения.

4. О развитии деформаций в процессе строительства

В 1827 г. были сложены стилобаты портиков, к осени 1830 г. с четырех сторон контура будущих стен собора на своих стилобатах, еще не облицованных гранитом, стояли четыре портика. С восточной стороны, позади восточного портика, возвышались старые алтарные части ринальдиевского собора.

Конечно же, возведение более легких портиков

до устройства основного, гораздо более тяжелого, объема здания привело к развитию существенных неравномерных осадок. Многие исследователи ставили такую последовательность работ в вину Монферрану, хотя и признавали, что так действовать приходилось для установки грандиозных монолитов гранитных колонн, что требовало достаточного пространства.

Кладка стен, внутренних столбов и пилонов (из кирпича с гранитными прослойками в нижней части здания и из песчаника — в верхней) началась одновременно и велась по всему периметру здания. Стены возводились толщиной около 2,5 м.

В течение 1836–1837 гг. были полностью закончены антаблемент вокруг всего здания и большая часть аттика. Внутри здания были возведены пилоны и сведены подкупольные арки с парусами. К 184 г. здание собора было вчерне закончено. Оставались небольшие доделки и устройство интерьеров. Открытие собора состоялось 30 мая 1858 г.

Претерпев осадку, основной объем здания потянул за собой фронтоны. Смещение колонны от вертикали привело к возрастанию местных напряжений, угрожавших образованием трещин. Для исключения местного смятия в опорной части колонн Монферран в 1841 г. распорядился загнать медные клинья в образовавшуюся щель между нижней постелью колонны и верхним основанием гранитной опоры.

Однако деформации продолжились и в 1873 г., и когда стали лопаться перекосившиеся архитравы, под портики Исаакиевского собора были установлены леса, рассчитанные на восприятие веса антаблемента с фронтоном. Верхние части разгруженных колонн были освобождены от бронзовых капителей и срублены выше астрагала (в архитектурном ордере астрагал находится между стволом колонны и капителью). Эти работы растянулись на целых четверть

века (до 1895 г.).

К 1927 г., по собственному наблюдению Н. П. Никитина, после снятия бронзовых обрамлений баз колонн, в их нижней части, а также в гранитной подставке обнаружились существенные разрушения. Особенно они были видны на колонне № 47, входящей своей четвертью сечения в тело кладки юго-западной колокольни (рис. 4).

Геодезические измерения, выполненные Н. П. Никитиным, заложили основу всей системы последующих наблюдений. Н. П. Никитин установил, что к 1927 г. осадочное движение здания было направлено с востока на запад и с севера на юг. Разница осадок самой высокой точки (у окна под северо-восточным приделом) и самой низкой (у окна юго-западного угла, выходящего на Исаакиевскую пл.), расположенных почти по диагонали здания (90 м), составляла 0,472 м. При этом яблоко креста центрального купола сместилось на 270 мм в западную сторону.

Наибольшие отклонения поверху (в направлении от собора) получили колонны северного и южного портиков, заделанные в углы колоколен: на северном портике колонна № 45 — 120 мм, № 46 — 97 мм; на южном — колонна № 47 — 153 мм, № 48 — 145 мм (расположение колонн — см. рис. 5). Расколота гранитная подставка под каждой колонной была усилена тремя железными хомутами. Со временем подобному «протезированию» пришлось подвергнуть и другие колонны портиков.

Геодезические измерения, организованные Н. П. Никитиным в 1927 г. и проводимые с тех пор с определенной периодичностью трестом ГРИИ до настоящего времени, позволили оценить дальнейшее развитие осадок. Измерения приращений осадок пилонов, определенных по геодезическим маркам в период с 1927 по 2008 гг., дали возможность оценить, что осадка пилонов на протяжении

Рис. 4. Трещины в колонне № 47 и ее гранитной базе [3]

последних 80 лет происходила равномерно, с одинаковой скоростью равной 0,3 мм/год. Стены собора за этот же промежуток времени также получили равномерные осадки. Об этом свидетельствуют эпюры, построенные по абсолютным отметкам импостов галерей в стилобатной части собора и импостам колонн четырех колоколен (рис. 5). Эпюры накопленных неравномерных осадков, построенные по измерениям ГРИИ 1961 г. практически не изменились с 1927 г. Таким образом, стабилизировались не осадки, а накопление неравномерности осадков основного объема сооружения.

Наблюдаемая сегодня неравномерность осадков сформировалась, вероятнее всего, еще в процессе строительства здания. Именно поэтому при перепаде отметок на полметра по диагонали собора (в направлении с северо-востока к юго-западу) мы не наблюдаем соответствующего значительного раскрытия трещин в кладке. В процессе строительства собора происходило неравномерное нагружение основания: в алтарной части здания сохранялись ринальдиевские пилоны, половина пятна застройки уже испытывала нагрузку и строительство собора по проекту Монферрана являлось повторным ее приложением. Очевидно, вследствие этого обстоятельства восточная часть собора претерпела наименьшие осадки, а западная — наибольшие, характеризующиеся за пределами старого свайного поля треугольной эпюрой осадков (по оси восток-запад). Весьма знаменательно, что общее падение кровли

отложений венда, ориентированное в направлении с юга на север, не изменило характер оседания. Это свидетельствует о том очевидном обстоятельстве, что преимущественное развитие деформаций грунта происходит непосредственно под подошвой свайного поля (естественной песчаной подушки, уплотненной короткими деревянными сваями).

Достаточно высокая пространственная жесткость, которую приобрело здание после возведения его основного объема, не позволила далее увеличиваться неравномерности осадков. В то же время для портиков, оказавшихся в зоне влияния основного объема здания и не имеющих сопоставимой с ним пространственной жесткости, неравномерность осадков со временем продолжала нарастать. Если принять за ноль положение наружной продольной стены собора в зоне репера «Главнаука 1», то за прошедшие 56 лет осадки портиков отстали от нее на 10 ... 15 мм (наибольшее отставание заметно для северного портика) (рис. 6).

5. Вместо заключения: о необходимости моделирования пространственной работы конструкции сооружения

В статье, посвященной истории создания Исаакиевского собора, опубликованной С. Ильиным в журнале «Новое Время» за 1916 год, было приведено интервью с профессором П. И. Дмитриевым, выполнившим в 1912 г. прикидочные расчеты конструкций собора: «Без расчетного исследования устойчивости и прочности собора, — говорил проф. П. И. Дмитриев, — нельзя судить вполне о состоянии собора, учесть влияние в будущем всевозможных факторов жизни на равновесное состояние масс собора и наметить рациональные приемы для полного исправления и приведения собора в надлежащий вид. Все будет гадательно и придется идти ощупью. Но подобная гадательность недопустима для такого монументального памятника, каким является Исаакиевский собор».

Возможность расчетов такой сложной структуры как Исаакиевский собор появилась уже в наше время, благодаря развитию вычислительной техники и расчетных программ, реализующих современные численные методы.

Примером такого моделирования является расчет, выполненный для Никольского Морского собора в г. Кронштадте, построенного в 1902–1913 гг. Для определения основных причин возникновения дефектов в его конструкции специалистами института «Геореконструкция» было выполнено численное моделирование работы системы «основание-фундаменты-надземные конструкции», позволившее дать убедительное объяснение причин

Рис. 5. Профили, построенные по абсолютным отметкам (м) импостов галерей в стилобатной части собора (синий цвет) и импостам колонн четырех колоколен (зеленый цвет); красным цветом указаны номера колонн, примыкающих к колокольням (измерения ГРИИ, 1961 г.).

Рис. 6. Деформированная схема конструкций стилобатной части Исаакиевского собора на стадии ползучести за период 1952–2008 гг. Подписано отставание деформации в точке (мм) от осадок наружной продольной стены собора в зоне репера Главнаука 1

развития деформаций, выявить опасные участки конструкций и предложить минимальный (при этом необходимый и достаточный) перечень необходимых работ по обеспечению механической безопасности памятника [4].

К сожалению, для Исаакиевского собора подобные расчеты до сих пор не выполнены, хотя это сооружение, как никакое другое, особенно остро в них нуждается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дашко Р. Э., Шидловская А. В., Александрова О. Ю., Алексеев И. В. Инженерно-геологические и гидрогеологические проблемы обоснования длительной устойчивости Исаакиевского собора (Санкт-Петербург) // Записки Горного института. Т.195. С. 28–31.
2. Лем И. М. Начертание с практическим наставлением, как строить разные здания, с принадлежащими правилами украшения и расположения, как то: церквей, увеселительных домов, сельских жилищ служащих для всегашнего или временного пребывания служеб, мельниц, шлюзов, плотин, деревянных и каменных разных заведений / соч. во граде Святого Петра архитектором бго класса и кавалером Лемом. В 2 ч. Ч. 1–2. СПб.: При 1-м Кадетском корпусе иждивением И. Глазунова, 1803. Ч. 1: 2, 10 с., 10 л. грав. Ч. 2: 18 с., 11 л. Грав.
3. Никитин Н. П. Огюст Монферран. Проектирование и строительство Исаакиевского собора и Александровской колонны. Издание Ленингр. отд. союза советских архитекторов. Л., 1939. 348 с.
4. Шашкин А. Г., Шашкин К. Г., Богов С. Г., Шашкин В. А., Шашкин М. А. Мониторинг зданий и сооружений при строительстве и эксплуатации. Изд-во института «Геореконструкция», СПб, 2021. 640 с.
5. Montferrand A. R. Eglise cathédrale de Saint Isaac. Description architecturale, pittoresque et historique de ce monument — Saint-Petersbourg, 1845. 137 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Аверьянов Александр Александрович**, кафедра почвоведения и экологии почв Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, аспирант
Россия, 199178, г. Санкт-Петербург, 16-я линия, д. 29, тел. +7 (921) 442-79-94
averianov.a.a@yandex.ru
2. **Агаджанова Нелли Владимировна**, лаборатория геохимии и минералогии Института физических химических и биологических проблем почвоведения РАН, младший научный сотрудник
Россия, 142290, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2, тел. + 7 (928) 267-50-65 nel.
agadzhanova@yandex.ru
3. **Андросова Евгения Дмитриевна**, кафедра почвоведения и экологии почв Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, студентка (бакалавриат)
Россия, 199178, г. Санкт-Петербург, 16-я линия, д. 29, тел. +7 (931) 008-34-47
st076395@student.spbu.ru
4. **Васенин Владислав Анатольевич**, кандидат технических наук, институт «Геореконструкция», главный специалист
Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 4, каб. 264
mail@georec.spb.ru
5. **Кашперюк Павел Иванович**, кандидат геолого-минералогических наук, кафедра инженерных изысканий и геоэкологии ФГБУ ВО «Национальный исследовательский университет Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), доцент
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, тел. 8 (499) 176-00-12
npf-sivs@yandex.ru
6. **Королев Владимир Александрович**, заслуженный работник высшей школы РФ, доктор геолого-минералогических наук, кафедра инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, профессор,
Россия, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1
va-korolev@bk.ru
7. **Лаврушевич Андрей Александрович**, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой инженерных изысканий и геоэкологии ФГБУ ВО «Национальный исследовательский университет Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), профессор
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, тел. 8 (499) 176-00-12
lavrusevich@yandex.ru
8. **Мартынов Алексей Михайлович**, Акционерное общество «Московская объединенная энергетическая компания», АО «МОЭК-Проект», главный специалист 2-й категории, преподаватель-исследователь
Россия, 105066, г. Москва, ул. Нижняя Красносельская, д. 28, стр. 2, тел. 8 (926) 883-05-13
martynov30am@gmail.com
9. **Русаков Алексей Валентинович**, доктор географических наук, заведующий кафедрой почвоведения и экологии почв Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, профессор
Россия, 199178, г. Санкт-Петербург, 16-я линия, д. 29, тел. 8 (812) 321-33-62
spp-06@mail.ru

10. **Самарин Евгений Николаевич**, доктор геолого-минералогических наук, кафедра инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, профессор
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, ГСП-1? тел. 8 (495) 939-24-00
samarinen@mail.ru
11. **Фролова Юлия Владимировна**, кандидат геолого-минералогических наук, кафедра инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, доцент
Россия, 119234, г. Москва, Ленинские Горы, д. 1, ГСП-1, тел.: +7 (916) 701-04-95
ju_frolova@mail.ru
12. **Шашкин Алексей Георгиевич**, доктор геолого-минералогических наук, генеральный директор института «Геореконструкция» (ООО ИСП «Геореконструкция»)
Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 4, каб. 414
9563513@gmail.com