

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА / CONSTRUCTION ENGINEERING

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2018.12.4>

Тилинин Ю.И.¹, Козлов О.В.², Рулёва К.С.³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

**АБРАЗИЯ БЕРЕГА И РАЗВИТИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА
В Г.СЕСТРОРЕЦКЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Аннотация

Выполнено визуальное исследование абразии побережья Финского залива в Сестрорецке Ленинградской области, предложено развитие рекреации путем создания искусственной территории. Определены цель и задачи системного исследования в области организационно-технологического проектирования комплексного процесса инженерной подготовки искусственной прибрежной территории Финского залива. Поиск эффективных строительных технологий глубинного уплотнения намывных грунтов прибрежных искусственных территорий продолжается в рамках научной школы Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета под руководством профессора В.В. Верстова и его ученика и последователя, заведующего кафедрой технологии строительного производства А.Н. Гайдо. В основе исследования лежит сравнение типовых технологических решений с последующей заменой устаревших строительных машин новыми образцами строительной техники и пересчетом технико-экономических показателей.

Ключевые слова: исследования, абразия, побережье, инженерная подготовка территории, организационно-технологические решения, искусственная территория, уплотнение, дренаж, набережная.

Tilinin Ju.I.¹, Kozlov O.V.², Ruljova K.S.³

^{1,2,3}Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

**COAST ABRASIA AND DEVELOPMENT OF RECREATIONAL COASTAL TERRITORY OF GULF OF
FINLAND IN SESTRORETSK, LENINGRAD REGION**

Abstract

A visual study of a coast abrasion of the Gulf of Finland in Sestroretsk, Leningrad Region was carried out. The development of recreation by creating an artificial territory is proposed. The goal and objectives of system research in the field of organizational and technological design of an integrated process of engineering preparation of the artificial coastal territory of the Gulf of Finland are determined. The search for efficient construction technologies for deep compaction of alluvial soils in coastal artificial areas continues within the framework of the scientific school of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering under the guidance of Professor V.V. Verstov and his student and follower, head of the department of technology of construction production A.N. Gaido. The study is based on the comparison of typical technological solutions with the subsequent replacement of outdated construction machines with new models of construction equipment and the recalculation of technical and economic indicators.

Keywords: research, abrasion, coast, engineering preparation of the territory, organizational and technological solutions, artificial territory, compaction, drainage, embankment.

Email авторов / Author email: tilsp@inbox.ru, crysis2497@yandex.ru, kriska232@gmail.com

На берегах Финского залива в г.Сестрорецке Ленинградской области проводят свой отдых не только жители Сестрорецка, но и жители г. Санкт-Петербурга и его окрестностей. Современный уровень организации прибрежных рекреационных территорий отличается наличием пешеходных набережных, пляжей, а не редко и наличием причалов для малых судов общественного и индивидуального назначения. Всю зону, включающую современную береговую зону, приподнятые и погруженные береговые формы, называют побережьем. Визуальные исследования побережья Финского залива в Сестрорецке были проведены по маршруту (Рис.1).



Рис.1 – Точки маршрута исследования побережья Финского залива в г.Сестрорецке Ленинградской области

Побережье принадлежит к самым мобильным участкам суши. Береговая линия моря определяется один раз в 25 лет по линии максимального отлива [1, С.2].

Ведущая роль в процессе изменения берега принадлежит различным формам движения воды: ветровому волнению, волновым течениям, приливам и отливам. Большое значение имеют крутизна берега и глубина моря, состав грунта. Но на песчаных побережьях бризы образуют на побережье береговые валы и дюны. Стадии отступления берега (см.Рис.2, Рис.3).

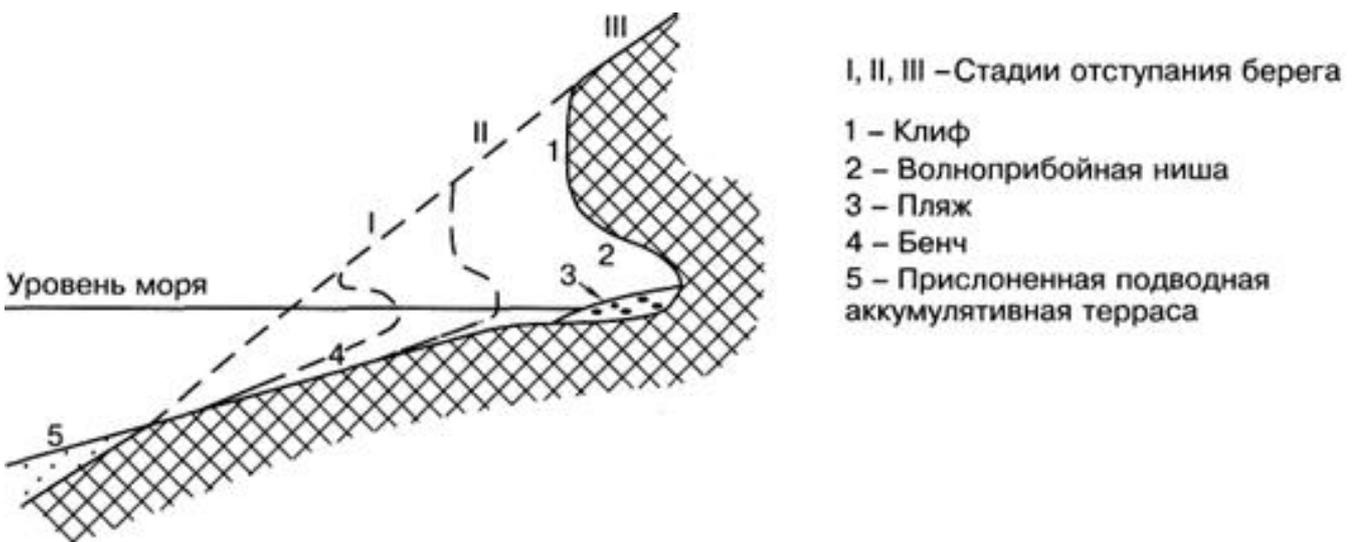


Рис.2 – Схематический план морского берега, стадии отступления под воздействием ветровой волны [2, С.316]

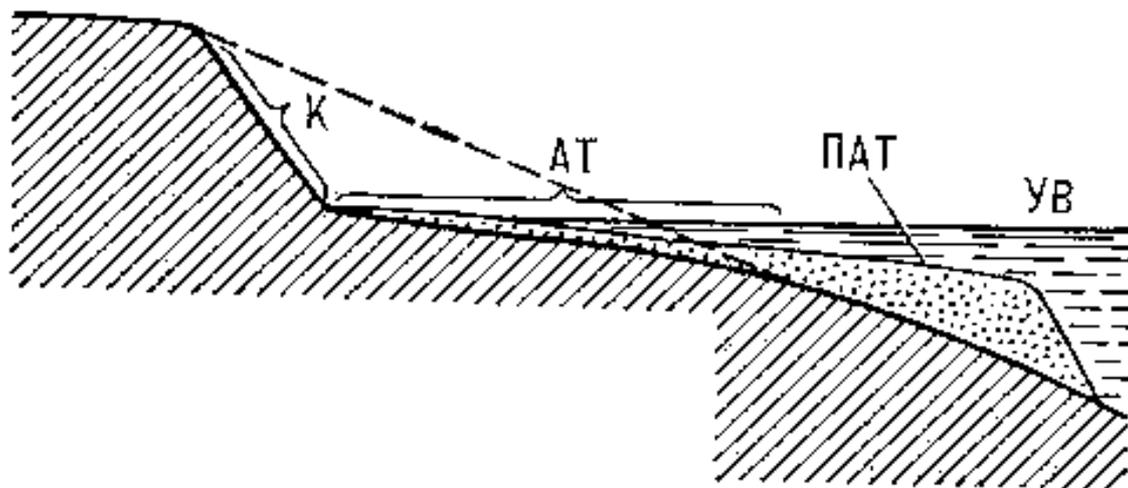


Рис.3 – Абразия берега:

К — Клиф; АТ — Абразионная терраса (бенч); ПАТ — Подводная аккумулятивная терраса; УВ — Уровень воды

При исследовании прибрежной территории в пяти намеченных заранее точках маршрута составлена визуальная характеристика грунтов, разрушения и абразии берега.

В первой точке берег представлен валунами и галечно-гравийными грунтами, наблюдается размыв побережья волнами. Часть разрушенного берега в виде гальки, гравия и песка выносится волнами на абразионную террасу и оседает на ней в виде береговых аккумуляторных форм (Рис.3).



Рис.3 – Валунно-галечные террасы побережья

Другая же часть материала выносится волнами дальше в залив и образует, так называемую, прислонённую абразионную террасу.

Основное разрушение берега происходит за счет волновой деятельности и давления льда. Высота волны в Финском заливе достигает при сильном ветре 4 м.

При исследовании побережья Финского залива в Сестрорецке, был сделан вывод о том, что традиционная застройка прибрежных территорий жилыми зданиями не рациональна, так как эта территория имеет рекреационную ценность не только для местного населения, но и для всего Северо-Западного региона, в первую очередь для жителей

Санкт-Петербурга. Более того при организации инфраструктуры рекреационной зоны с целью развития курортных услуг, возможно повысить привлекательность территории для россиян и европейцев.

При продвижении по маршруту обследования, на второй точке, увидели укрепление берега бетонными плитами и гранитными глыбами (Рис.4).



Рис.4 – Защита берега бетонными плитами

Успешная реализация проекта осуществима при выполнении инженерной подготовки территории с учетом применения рациональных организационно-технологических решений ее приращения в сторону моря, укрепления набережной, мелиорации парковой зоны.

В предлагаемой научно-исследовательской работе предполагается провести сравнительный анализ технологий отсыпки искусственной территории привозимым карьерным песком и намыва искусственной территории морским песком, добываемым со дна залива землесосными снарядами. Кроме того, необходимо выбрать способы уплотнения намывных и насыпных песчаных грунтов, сравнить эффективность технологий создания дренажных систем. Например, ленточного типа и щебеночных колонн в грунте, а также способов укрепления набережных буронабивными и грунтоцементными сваями. Оценить область применения в проекте технологии стена в грунте, металлического шпунтового ограждения. Исследования являются продолжением научной работы, проводимой кафедрой технологии строительного производства под руководством профессора Верстова В.В. при участии его ученика и последователя Гайдо А.Н., заведующего кафедрой с 2017 года.

У лодочной станции, отмеченной на плане маршрута очередной точкой наблюдения, берег становится аккумулятивным более пологим, сложенным камнем и крупным песком. (Рис.5.)



Рис.5 – Береговая аккумуляция волновых наносов

В четвертой точке маршрута наблюдается слабый ветер на расстоянии до 1 км от берега. Высота дюн остается постоянной. В разрезе зависимости от направления ветра видна слоистость. Дюны очень однородны – размер частиц колеблется в пределах от 0,1 до 0,25 и несильный прибой, волна гасится примерно за 100 метров от берега. Защитной полосой от разрушительной работы моря является мелкопесчаный пляж. На побережье ветра создают песчаные холмы-дюны, перпендикулярные направлению господствующих ветров. Дюны имеют наветренный склон 10-12°С, подветренный склон 20-25°С. Схема расположения Сестрорецких дюн (см. Рис.6).

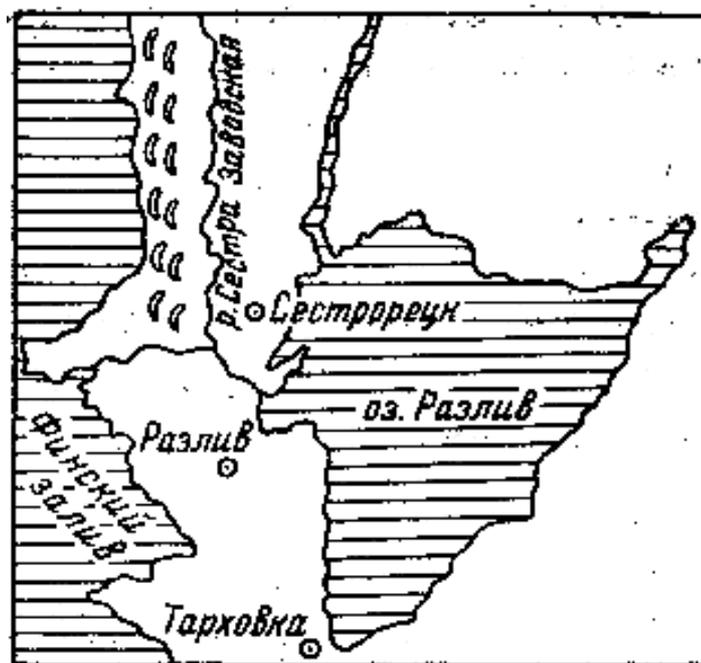


Рис.6 – Схема расположения Сестрорецких дюн

В плане дюны имеют форму подковы, открытой к морю. Такое расположение дюн объясняется отставанием в скорости движения низких, боковых частей дюны от более высокой середины. Слагают дюны обычно тонкозернистые

пески с характерной косой слоистостью. На многих дюнах произрастает своеобразная растительность - кустарник-красотал и овсяница песчаная. По своим размерам, своеобразию форм и растительности Сестрорецкие дюны являются уникальным памятником природы (рис. 7) [3, С. 68].



Рис.7 – Песчаные дюны

В конце пляжа у лесополосы оборудованы специальные бетонные ограждения, которые не дают песку переноситься дальше линии пляжа вглубь побережья (Рис.8).



Рис.8 – Пляж в Сестрорецке

При развитии рекреационной прибрежной территории Финского залива в Сестрорецке в первую очередь целесообразно реконструировать парк Дубки, в котором выполнить освещение электрическими фонарями пешеходной и велосипедной дорожной сети, имеющей места отдыха в виде скамеек и кафе. На территории парка до начала работ по благоустройству необходимо выполнить мелиорацию, с целью снижения заболоченности.

В сторону залива необходимо прирастить территорию, на которой возвести пешеходную набережную с выделением полосы для легких электромобилей. Между набережной и парком разместить рестораны, гостиницы, киноконцертный зал, выставочные галереи, спортивные площадки для отдыхающих, зимний аквапарк. Для зимнего периода отдыха предусмотреть в парке лыжные маршруты. Создать причальный фронт для прогулочных легких морских судов. Выделить зону для проведения тренировок и соревнований на яхтах, а также зону для любителей подводного мира, аквалангистов. Создать песчаный пляж вдоль набережной. Пляж защитит берега и будет в летний период служить местом для купания и принятия солнечного загара.

Успешная реализация проекта осуществима при выполнении инженерной подготовки искусственной территории с учетом намыва, уплотнения, дренажа и укрепления берегов с одновременным строительством набережной. В связи с чем, актуально осуществление в дальнейшем исследования технологического опыта создания искусственных территорий на побережье Финского залива Васильевского острова, и разработка с учетом отечественного и зарубежного опыта предложений в области технологии и организации строительных работ при инженерной подготовке территории. Интересен технологический опыт работ по образованию искусственных территорий морского порта методом гидротехнического намыва. Метод гидротехнического намыва получил широкое распространение благодаря своей комплексной механизации процесса, объединяющей добычу, перекачивание и укладку в массив грунта.

Для создания искусственных прибрежных территорий Финского залива применяются грунты, извлекаемые землесосными снарядами с разрабатываемого дна акватории.

Землесосный снаряд, представляет собой самоходное или буксируемое плавучее судно, на котором размещено оборудование по рыхлению донного грунта и перекачке пульпы (Рис.9).

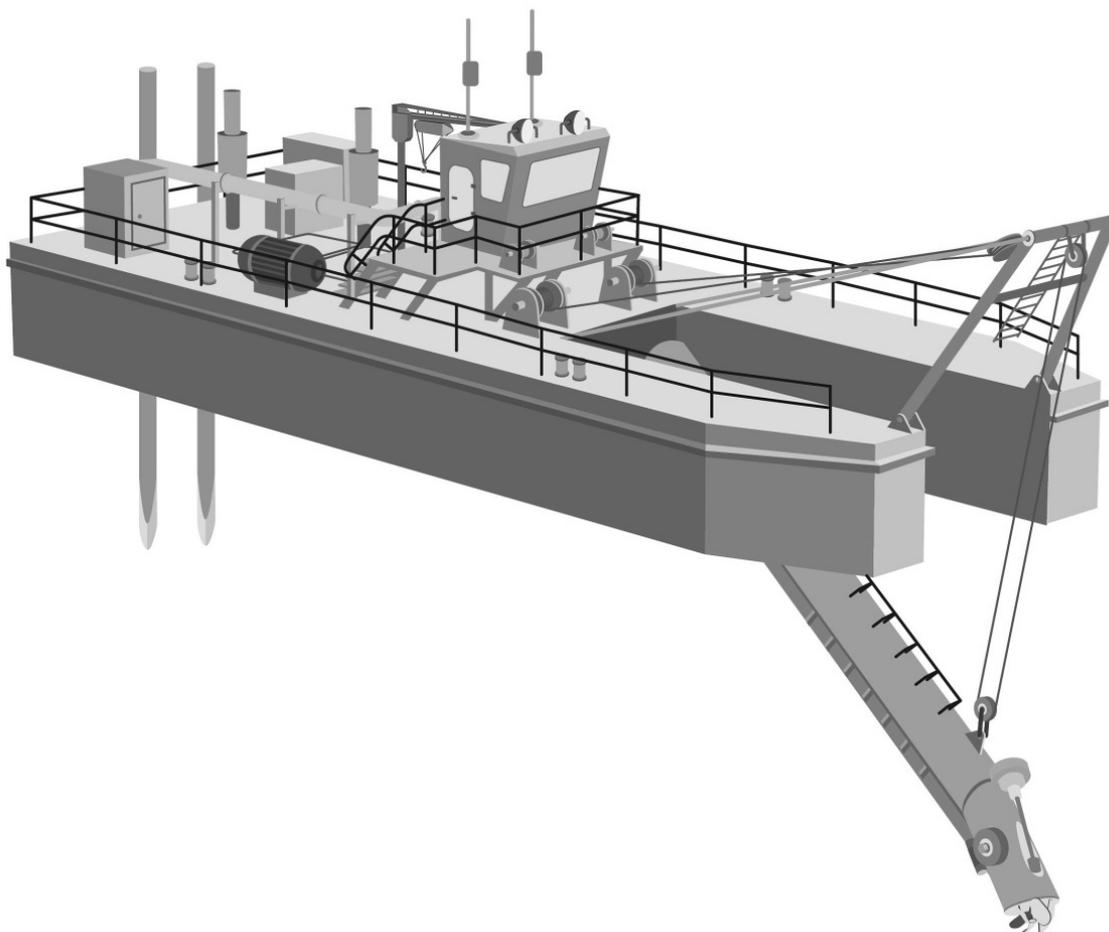


Рис.9 – Землесосный снаряд

Поиск эффективных строительных технологий глубинного уплотнения намывных грунтов прибрежных искусственных территорий осуществлялся еще в восьмидесятые и предшествующие им годы Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидромеханизации, санитарно-технических и специальных строительных работ (ВНИИГС) Минмонтажспецстроя СССР. Лабораторией намывных сооружений и оснований научно-исследовательского института (ВНИИГС). В сборниках научных трудов института, издаваемых в 80-е годы под общей редакцией В.В. Верстова, были опубликованы научные разработки В. М. Зубкова, В.М. Анисимова, Е.Д. Ковалевского в области технологии глубинного уплотнения намывных насыщенных водой песков.

Уплотнение песчаного массива было предложено производить при помощи грунтоуплотняющей вибрационной установки ВУУП-6 (Рис.10). Уплотнение производилось трехкратным погружением и подъемом так называемой «елочки» циклами по 15 минут с шагом мест погружения от двух до трех метров.



Рис.10 – Грунтоуплотняющая вибрационная установка ВУУП-6 «Елочка» ВНИИГС

Вибрационная установка ВУУП-6 состоит из высокочастотного вибропогружателя В-401 и погружаемого в грунт уплотнителя «Елочка». Уплотнитель представляет собой металлическую конструкцию в виде трубчатой штанги диаметром 130 мм, длиной около 7 м с приваренными к ней через каждые 410-450 мм по высоте горизонтальными ребрами (по четыре в каждом ярусе) [3, С.199-203]. Конструктивная схема уплотнителя ВУУП-6 была усовершенствована и предложена для уплотнения песчаного грунта защитных дамб Санкт-Петербурга в 2003 году О.П. Минаевым. Суть модернизации заключалась в срезке в верхней части штанги радиальных элементов и оставлении их в нижней.

Глубинное уплотнение намывного песка искусственной территории может выполняться тяжелыми трамбовками, имеющими массу от 10 до 40 т и сбрасываемыми при помощи стрелового гусеничного крана с высоты, как правило, от 5 до 15 м и более (Рис.11).

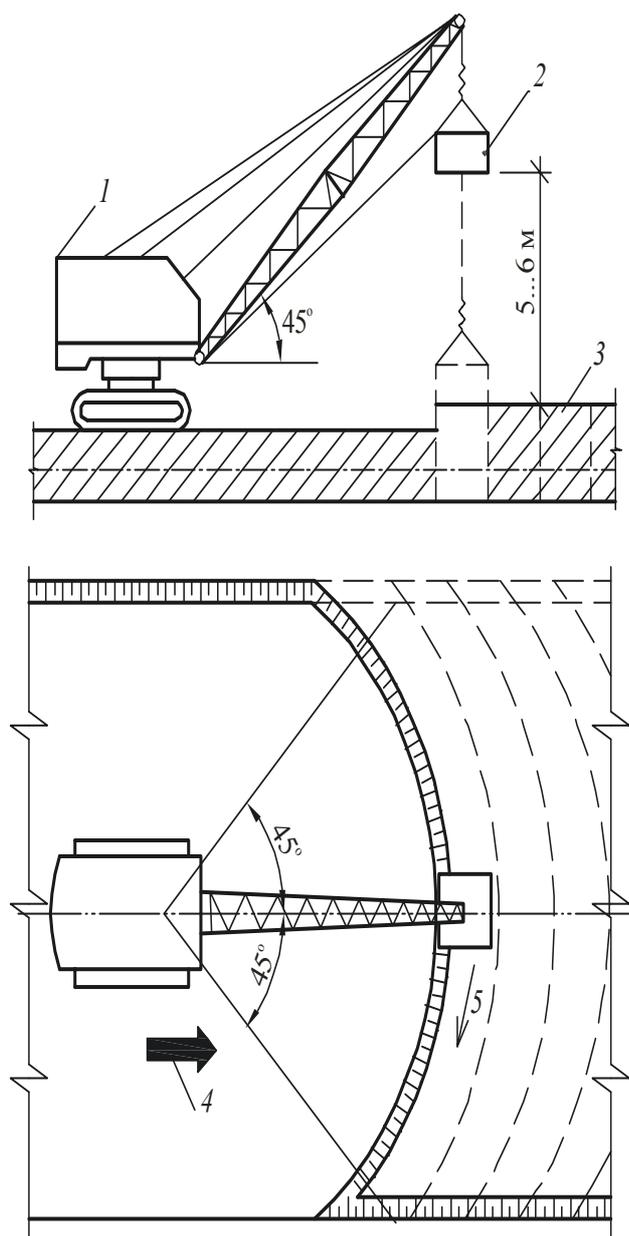


Рис.11 – Глубинное уплотнение грунта падающей плитой с высоты до 30 м:
1 – кран; 2 – падающая плита; 3 – уплотняемый грунт; 4 – направление перемещения крана; 5 – направление уплотнения грунта

Перед уплотнением территории тяжелой трамбовкой обычно осуществляется ее предварительная планировка и укатка. Строительный кран должен быть массой не менее 80 т. В процессе уплотнения осуществляется ежедневный контроль качества работ с помощью динамического и статического зондирования, штампового испытания и прессиометрии. Для уплотнения верхних слоев грунта непосредственно при строительстве дорожной насыпи или основания под фундаменты объектов применяется более компактная динамическая самоходная трамбовка на базе гусеничного или пневмоколесного экскаватора [5, С.134].

В качестве берегового укрепления служит набережная, строительство которой имеет важное значение, как элемент инженерной подготовки прибрежной территории

При строительстве набережной применимы буронабивные технологии: Проходной шнек, двойное вращение, с извлечением грунта шнеком, с винчиванием полый обсадной трубы, с вибрационным погружением обсадной трубы, с забивкой полый обсадной трубы, с уплотнением (вытеснением), раскаткой грунта вокруг сваи. [6, С. 195]

При устройстве противодиффузионной завесы вдоль набережной применимы полые сваи из стальной трубы диаметром 1,2 м с толщиной стенки 12 мм, которые после погружения могут заполняться илцементным составом или тощим бетоном, но наиболее приемлемо технология устройства противодиффузионной завесы из буросекущихся свай с повышением устойчивости конструкции сваями-баретты [7, С. 78]

Подробно эффективное устройство ограждений котлованов на акваториях с использованием вибротехнологий рассмотрено в трудах [8, С. 75], [9]

Продолжение научных исследований с учетом зарубежного опыта отражено в трудах кафедры технологии строительного производства Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Исследования под руководством профессора Верстова В.В. при участии его ученика и последователя Гайдо А.Н., заведующего кафедрой с 2017 года, проводятся в области динамическое воздействие на погружаемые в грунт свайные, шпунтовые и полые конструкции, на уплотняемый массив грунта [10]. Исследуются технологии устройства дрен, струйной цементации и глубинной силикатизации песчаных грунтов, которые применимы при устройстве грунтоцементных свай и укреплении песчаных массивов [11] в процессе инженерной подготовки территории.

Методология формирования комплексной организационно-технологической модели инженерной подготовки искусственной прибрежной территории должна решать систему задач:

1. Формирование рациональной технологической модели работ по укладке песка в массив искусственной территории;
2. Формирование рациональной технологической модели дренажных работ;
3. Формирование рациональной технологической модели уплотнительных работ;
4. Формирование технологического состава и последовательности выполнения работ, входящих в комплексный процесс инженерной подготовки искусственной прибрежной территории.

Список литературы / References

1. Об утверждении Правил определения местоположения береговой линии (границы водного объекта), случаев и периодичности ее определения и о внесении изменений в Правила установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов: пост. Правительства РФ – [от 29 апреля 2016 года № 377] / [Электронный ресурс] – М.: Правительство РФ, 2016г. – 9с. – URL: <https://rg.ru/2016/05/05/bereg-site-dok.html> (дата обращения 14.10.2018)
2. Рычагов Г.И. Геоморфология: учебник для академического бакалавриата/ Г.И. Рыжов – 4-е изд. – М.: Издательство Юрайт. 2018. – 396с.
3. Хазанович К.К. Геологические памятники Ленинградской области : [очерк-путеводитель] / К.К. Хазанович.– Л. : Лениздат, 1982. – 78 с.
4. Тилинин Ю.И., Хорошенькая Е.В. Глубинное укрепление обводненных песков при намыве территории / Ю. И. Тилинин, Е.В.Хорошенькая //Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции (6 апреля 2018 г.) / Под редакцией кандидата технических наук Галушко М.М. – СПб: ВИ(ИТ) ВА МТО2018. – С. 232-237
5. Денисов В.Н., Петраков Б.И., Романенко М.В. Технологические процессы в строительстве/В.Н.Денисов, Б.И.Петраков, М.В.Романенко // ВИ(ИТ) ВАМТО. – СПб – 2016. – 401 с.
6. Технология и комплексная механизация шпунтовых и свайных работ / А.Н. Гайдо, В.В. Верстов, Я.В. Иванов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 288 с.
7. Гайдо, А.Н., Иванов, Я.В., Ильин, Я.В. Совершенствование технологии устройства водонепроницаемых ограждений котлованов при формировании искусственных островов и намывных территорий / А.Н. Гайдо, Я.В. Иванов, Я.В. Ильин // Геотехника. – 2013 – № 4–5/2013 – С.64–73.
8. Гайдо, А.Н., Верстов, В.В. Эффективные технологии устройства ограждений котлованов на акваториях / А.Н. Гайдо, В.В. Верстов // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – №2013/6(41). – С. 75-84.
9. Anton Gajdo, Vladimir Verstov and Antonina Judina Comparative Efficiency Investigation of Various Types of Dynamic Influences on the Dipped Pile// World Applied Sciences Journal –2013.– Vol.23 (6). – P.817-822. doi: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.06.13109.
10. Гайдо А.Н. Совершенствование технологий погружения стальных оболочек, применяемых при устройстве водонепроницаемых ограждений на акватории / А.Н. Гайдо // Монтажные и специальные работы в строительстве.– 2015. – № 3(870) С. 28-32.
11. Юдина А.Ф. Технологические процессы в строительстве: учебник для студ. Учреждений высш. проф. Образования/ А.Ф.Юдина, В.В. Верстов, Г.М. Бадьин. // – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с. (Сер. Бакалавриат).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ob utverzhdenii Pravil opredelenija mestopolozenija beregovoj linii (granicy vodnogo ob'ekta), sluchaev i periodichnosti ee opredelenija i o vnesenii izmenenij v Pravila ustanovlenija na mestnosti granic vodoohrannyh zon i granic pribreznyh zashhitnyh polos vodnyh ob'ektov: postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii [On approval of the Rules for determining the location of the coastline (boundaries of a water body), the cases and the frequency of its determination, and on amending the Rules for Establishing Local Boundaries of Water Protection Zones and Borders of Coastal Protective Bands of Water Objects: Resolution of the Government of the Russian Federation of April 29, 2016 No. 377] – [Electronic resource]: resolution of the Government of the Russian Federation - [dated April 29, 2016 No. 377] / [Electronic resource] - Moskva: Pravitel'stvo RF, 2016. – 9 p. – URL: <https://rg.ru/2016/05/05/bereg-site-dok.html> (accessed 14.10.2018). [in Russian]
2. Rychagov G.I. Geomorfologija: uchebnik dlja akademicheskogo bakalavriata [Geomorphology: a textbook for academic undergraduate]/ G.I. Ryzhov – 4th edition. – М.: Izdatel'stvo Jurajt. 2018. – 396 p. [in Russian]
3. Hazanovich K.K. Geologicheskie pamjatniki Leningradskoj oblasti : [oчерk-putevoditel': [essay-guide]] [Geological monuments of the Leningrad region] / K.K. Hazanovich.– L. : Lenizdat, 1982. – 78 p. [in Russian]

4. Tilinin Ju.I., Horoshen'kaja E.V. Glubinnoe ukreplenie obvodnennyh peskov pri namyve territorii [Deep Fortification of Watered Sands at Land Alluvium] / Ju.I.Tilinin, E.V.Horoshen'kaja //Sbornik nauchnyh trudov uchastnikov mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii (6 aprelja 2018 g.) [Collection of Scientific Works of Participants of the Interuniversity Scientific-Practical Conference (April 6, 2018)] / edited by PhD in Engineering Galushko M.M. – SPb: VI(IT)VA MTO–2018. – P. 232-237. [in Russian]
 5. Denisov V.N., Petrakov B.I., Romanenko M.V. Tehnologicheskie processy v stroitel'stve [Technological processes in construction] /V.N.Denisov, B.I.Petrakov, M.V.Romanenko // SPb: VI(IT)VA MTO–2016. – 401 p. [in Russian]
 6. Tehnologija i kompleksnaja mehanizacija shpuntovyh i svajnyh rabot [Technology and complex mechanization of sheet piling and piling] / A.N. Gajdo, V.V. Verstov, Ja.V. Ivanov. – SPb.: Izdatel's'vo «Lan», 2012. – 288 p. [in Russian]
 7. Gajdo, A.N., Ivanov, Ja.V., Il'in, Ja.V. Sovershenstvovanie tehnologii ustrojstva vodonepronaemnyh ograzhdenij kotlovanov pri formirovanii iskusstvennyh ostrovov i namyvnyh territorij [Improving the technology of waterproof pits fencing during the formation of artificial islands and alluvial areas] / A.N. Gajdo, Ja.V. Ivanov, Ja.V. Il'in // Geotekhnika [Geotechnical]. – 2013. – № 4-5/2013 – P.64–73. [in Russian]
 8. Gajdo, A.N., Verstov, V.V. Jefferktivnye tehnologii ustrojstva ograzhdenij kotlovanov na akvatorijah [Effective technologies for fencing pits in the waters] / A.N. Gajdo, V.V. Verstov // Vestnik grazhdanskih inzhenerov [Bulletin of civil engineers]. – 2013. – №2013/6(41). – P. 75-84. [in Russian]
 9. Anton Gajdo, Vladimir Verstov and Antonina Judina Comparative Efficiency Investigation of Various Types of Dynamic Influences on the Dipped Pile// World Applied Sciences Journal –2013.– Vol.23 (6). – P. 817-822. doi: 10.5829/idosi.wasj.2013.23.06.13109.
 10. Gajdo A.N. Sovershenstvovanie tehnologij pogruzenija stal'nyh obolochek, primenjaemyh pri ustrojstve vodonepronaemnyh ograzhdenij na akvatorii [Improving the immersion technology of steel shells used in the construction of waterproof enclosures in the water area] / A.N. Gajdo // Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve [Installation and special works in construction].– 2015. – № 3(870). – P. 28-32. [in Russian]
 11. Judina A.F. Tehnologicheskie processy v stroitel'stve: uchebnyk dlja stud. Uchrezhdenij vyssh. prof. Obrazovanija [Technological processes in construction: a textbook for stud. Institutions of higher. prof. Education] / A.F.Judina, V.V. Verstov, G.M. Bad'in. – M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2013. – 304 p. (Ser. Bakalavriat). [in Russian]
-
-