

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №3, Том 11 / 2019, No 3, Vol 11 <https://esj.today/issue-3-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/32SAVN319.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Носков И.В., Ананьев С.А., Суртаев А.Г. Современное состояние проблемы применения винтовых свай в строительстве // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/32SAVN319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Noskov I.V., Ananyev S.A., Surtaev A.G. (2019). The current state of the problem of application of screw piles in construction. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(11). Available at: <https://esj.today/PDF/32SAVN319.pdf> (in Russian)

УДК 624.131.23; 624.154.001.4

ГРНТИ 67.21.17

**Носков Игорь Владиславович**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, Россия  
Заведующий кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: noskov.56@mail.ru

**Ананьев Сергей Анатольевич**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, Россия  
Старший преподаватель «Технология и механизация строительства»  
E-mail: ananda\_hasita@mail.ru

**Суртаев Андрей Геннадьевич**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, Россия  
Аспирант  
E-mail: agsurtaev84@mail.ru

## Современное состояние проблемы применения винтовых свай в строительстве

**Аннотация.** В статье описываются перспективы применения винтовых свай в строительстве. Уже сегодня винтовые обретают широкую известность при возведении фундаментов самых разных объектов. Можно смело сказать, что фундаменты, устроенные с применением винтовых свай – довольно новый вид фундаментов. Но идея их использования возникла еще на рубеже 18–19 веков. В статье описывается технология применения первых винтовых свай в Англии и США. Которая показывает, что не смотря на слабую отлаженность производства работ и отсутствие должного уровня механизации технология зарекомендовала себя как высокоэффективная. Приведено описание научного вклада российских ученых и результаты их исследований, решения и перспективы дальнейшего развития применения винтовых свай в строительстве. Несмотря на то, что применения винтовых свай в современном строительстве занимает относительно небольшую долю, данная технология зарекомендовала себя с самой наилучшей стороны. Потенциал этой технологии еще слабо раскрыт. Связано это, прежде всего, со слабой изученностью работы винтовых свай в отдельных инженерно-геологических условиях.

**Ключевые слова:** винтовые сваи; свая; грунт; фундамент; свая винтовая конусно-спиральная

Перспективы применения винтовых свай при устройстве фундаментов по-настоящему колоссальны. Данная технология имеет большой перечень неоспоримых достоинств при сравнении с классическими технологиями устройства фундаментов. В перспективе, винтовые сваи как фундаменты, могут заместить собой приличный массив действующих техник и технологий устройства фундаментов. Уже сегодня винтовые обретают широкую известность при возведении фундаментов самых разных объектов.

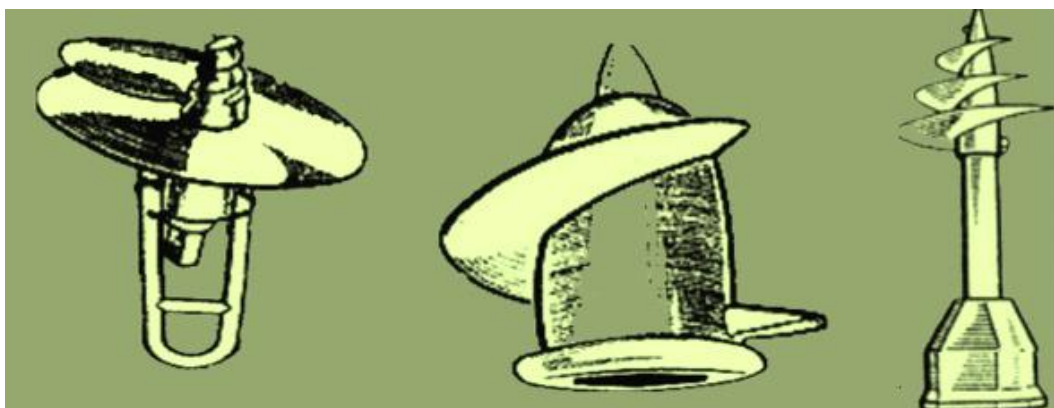
Массовое использование в частном строительстве (огораживание приусадебных участков, фундаменты загородных домов) винтовых свай началось около 10 лет назад. Можно смело сказать, что фундаменты, устроенные с применением винтовых свай – довольно новый вид конструкций оснований под возводимые здания и объекты инфраструктуры. Кроме того, стоит отметить, что концепция технологии винтовых свай при устройстве несущих стоек возникла еще на рубеже 18–19 веков.

Впервые применить сваи с винтовым наконечником предложил Александр Митчелл. Инженер из Англии сконструировал смотровую площадку на слабых грунтах с применением длинных деревянных стоек. На концах несущих деревянных стоек были смонтированы лопасти, в дальнейшем их заменили на металл и стали монтировать уже на трубы. Лопастями позволили отказаться от погружения сваи ударным способом, их плавно завинчивали. Такое погружение было заметно легче и предоставило ряд других преимуществ:

- Сваю, практически, невозможно было выдернуть.
- Винтовая свая за счет увеличения сил соприкосновения с боковой поверхностью, давала дополнительную опору.
- Лопастями на наконечнике позволили достичь устойчивых толщ грунта.

Однако ввиду слабой изученности технологии и низкого уровня механизации строительства, монтаж винтовых свай был сопряжен с большой трудоемкостью. Сваи приходилось закручивать конной тягой, с использованием рычагов внушительных размеров.

Замысел устраивать лопасти на конце свай возник при применении якорей, которые погружались на морское дно с помощью завинчивания. Практика показывала, что такие якоря было трудно вырвать со дна, даже при серьезном волнении на море и внушительном водоизмещении судна.



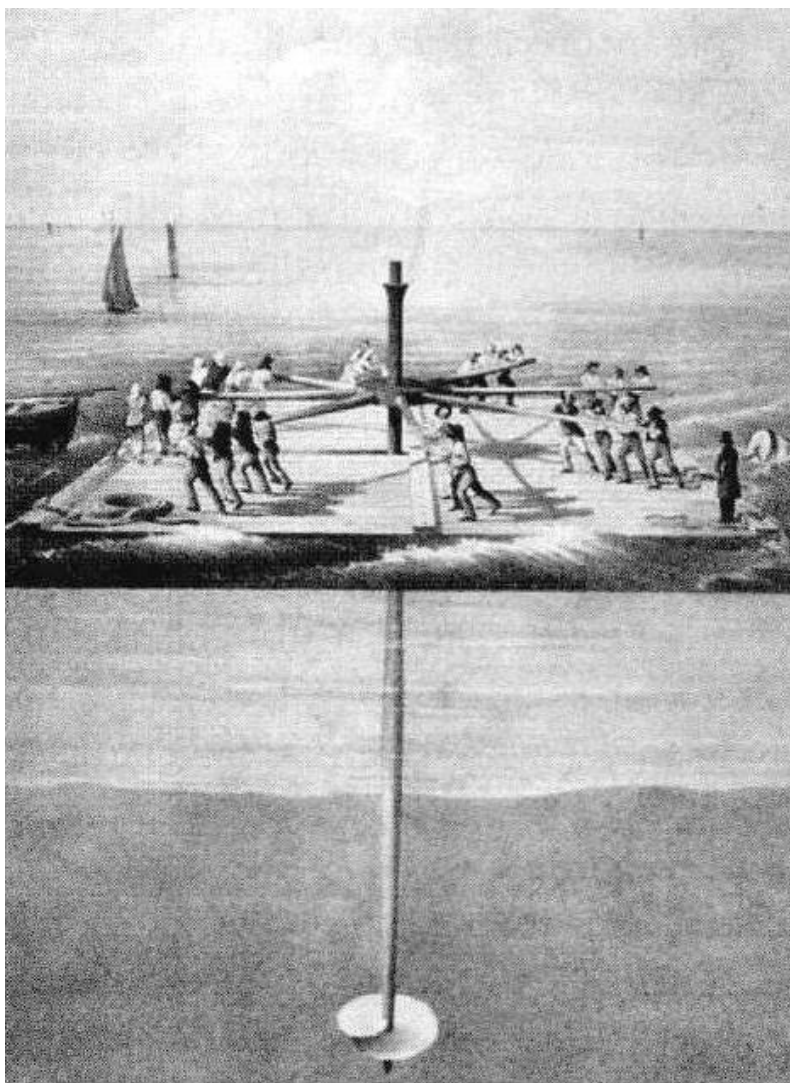
*Рисунок 1. Конструкция первых винтовых свай*

(<https://pda.litres.ru/ivan-nikolishin/fundament-na-vintovyh-svayah/chitat-onlayn/>)

Несмотря на все сопутствующие строительству трудности, Александру Митчеллу удалось построить осветительные вышки на приливно-отливном участке берега Темзы. За это он был награжден медалью Телфорда и стал почетным членом королевского учреждения инженеров-строителей.

Специфика грунтов островной Великобритании, стало движущей силой для развития технологии винтовых свай в последствии. Слабые водонасыщенные грунты, которые к тому же регулярно попадали в зону подтопления всегда были проблемой специалистов строительной отрасли. Поэтому винтовые сваи впервые активно применяли на зыбучих песках и заболоченных грунтах.

Довольно примечателен оказался монтаж маяка на сваях с винтовым исполнением. В конце 1938 года Александр Митчелл построил его в акватории Темзы. В роли фундамента под маяк было решено применять опоры с лопастями наконечники которых были в свинцовом исполнении.



**Рисунок 2.** Процесс завинчивания первых винтовых свай (<http://xn--80adc5apbv8i.xn--p1ai/fundamenty/fundament-na-vintovyh-svayah-1/vintovye-svai-cena-s-montazhom-v-podmoskove/>)

Уже в 1850-м году в заливе Делавер (США) в аналогичных инженерно-геологических условиях был смонтирован подобный маяк. В этом случае проектировщики приняли решение использовать сваи не из бревен большой толщины, а из металлических труб. Значительную, в сравнении с деревянными сваями, дополнительную жесткость конструкциям придавали приваренные лопасти к концам труб. В следующие 30 лет в США по данной методике было построено порядка 18 морских сооружений (пирсы и маяки). Прогрессивный метод, использования винтовых свай, позволил к рубежу 19 века построить свыше 100 сооружений морской инфраструктуры по всей Америке.



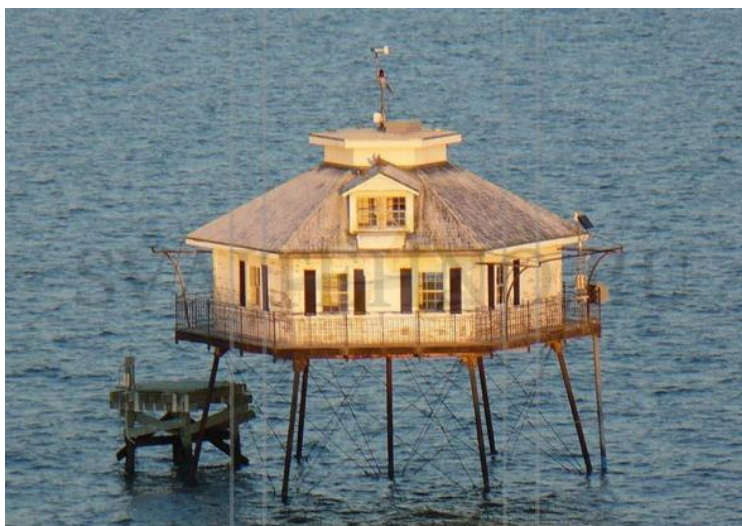
*Рисунок 3. Старинный маяк на винтовых сваях в городе Нью-Йорк  
1868 год (<http://k-dom74.ru/istorija-primenenija-fundamenta-na-vintovyh-svajah/>)*

Концепция возведения фундаментов на винтовых сваях выявило огромную востребованность среди военных инженеров. Вызвано это было благодаря ряду неоспоримых преимуществ:

- Винтовые сваи можно применять на любых грунтах и почвах за исключением, скальных и крупнообломочных пород.
- Стоимость работ по возведению фундаментов на сваях, как правило значительно ниже работ по устройству классических конструкций фундаментов.
- Фундаменты на сваях винтового исполнения можно использовать многократно. Сваи довольно легко монтируются, также легко демонтируются, это чрезвычайно важно для скорого развертывания, сворачивания стратегических объектов.
- Монтаж винтовых свай проводится в кратчайшие сроки в сравнении с традиционными конструкциями фундаментов. Это позволяет значительно выигрывать время.

Возможность скоротечного устройства оборонных сооружений с применением винтовых свай в сложнейших инженерно-геологических условиях высоко оценили инженеры

строители военного профиля. Инженерные войска широко применяли винтовые сваи при строительстве небольших мостов, понтонов, наблюдательных пунктов.



*Рисунок 4. Надводное сооружение на винтовых сваях (пограничный наблюдательный пост в Дании) (<https://www.onlyinyourstate.com/alabama/unique-buildings-al/>)*

Что касается развития технологии винтовых свай в России, то отечественные специалисты довольно активно подхватили идею модернизации и оптимизации винтовых свай, разработанных западными учеными-строителями.

Также, как и в Великобритании с ее сложными грунтовыми условиями, в России использование свайно-винтовых фундаментов приняло актуальный характер. Огромные территории, обширная палитра инженерно-геологических условий с пучинистыми, болотистыми и обводненными грунтами, многочисленные реки и озера все это стало закономерными причинами для применения свайно-винтовой технологии в России.

Существенный вклад в развитии теории винтовых свай внес отечественный инженер-строитель, ученый Владислав Дымховский. Он плотно занимался изучением работы гидротехнических построек и вопросами прочности гидротехнических сооружений. Благодаря его научным трудам был обоснован недостаток забивных свай в сложных инженерно-геологических условиях и предложил обоснованное применение винтовых свай.

Наряду с ним, другой советский ученый Виктор Железков внес свой серьезный вклад в исследование технологии свай винтового исполнения. Им было опубликовано несколько сотен статей освещающих работу винтовых свай в строительных условиях советского союза.

Отечественные ученые стали пионерами в изготовлении высокопрочных лопастей винтовых свай из спецсталей, это инновационное решение сказалось на технологических свойствах свай винтового исполнения.

В связи с активным развитием строительной отрасли в советском союзе ученые широко применяли свои инновационные технологии с применением винтовых свай во время постройки рамно-винтовых опор мостов, путепроводов, ЛЭП и т. д.

Вполне закономерно, произошло так, что большинство разработок этих ученых было широко применено в инженерных войсках Красной Армии. Впоследствии эти разработки получили гриф секретности, что замедлило их появление в гражданском строительстве, но благодаря этого инженеры-строители получили в пользование хорошо отлаженные, отработанные технологии со всеми необходимыми расчетами, заложенными в результате работы под контролем военных представителей.

50–60-е годы XX века ознаменовали собой обширные исследования в области усовершенствования теории и практики свай винтового исполнения. Такие ученые как Г.С. Шапиро, Н.М. Бибина, Е.П. Крюков, И.И. Цурюпа и др. произвели колоссальную работу в развитии этой теории, активно публиковались и обсуждали полученные результаты научных исследований. Ими были установлены оптимизированные геометрические формы свай винтового исполнения, их основные технические параметры (материал и размер лопастей, величина закручивающих нагрузок и т. д.).

Одним из первых, использовать винтовые сваи в гражданском строительстве принято считать ученого из советского союза Сергея Петухова. Он стал популяризатором и инициатором использования винтовых свай при возведении фундаментов, плодотворно трудился над исследованием теории и практики использования этих свай. Благодаря него были сделаны расчеты винтовых свай, применяемых в малоэтажном строительстве, которое стало развиваться в связи с активным развитием дачных застроек, довольно популярных на территории советского союза.

Альтернатива, позволяющая заменить обычные железобетонные фундаменты на фундаменты свайно-винтового исполнения, дала толчок для их активного применения в гражданском строительстве. Весомым аргументом в пользу применения винтовых свай стало значительное удешевление возведения фундаментов.

В наши дни технология винтовых свай также активно развивается. Развитие обрело многовекторный характер – варьирование и усовершенствование конструкции лопастей, применение разных типов труб под тело сваи, использование новых инновационных материалов при изготовлении лопастей и т. д.

Кроме того, отечественные ученые первыми предложили вариант лопасти, который используется сейчас теперь повсеместно.

Универсальность свайно-винтовой технологии позволило широко ее применять при строительстве промышленной инфраструктуры на месторождениях полезных ископаемых, где преобладают сложные грунтовые условия.

Это дало значительный импульс в развитии теории и практики свайно-винтовых фундаментов.

Однако, согласно докладу Президента международного общества по механике грунтов и геотехнике В.Ф. Ван Импе [1] за период в 1997–2001 гг., только 3 % всех, применяемых в строительстве, свай являлись винтовыми.

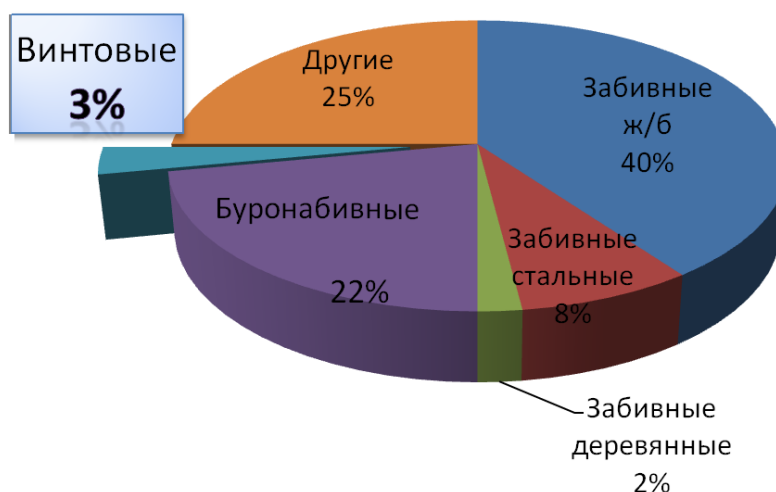


Рисунок 5. Использование свай в строительстве (разработано автором)

На данный момент винтовые сваи в России получили обширное распространение в строительстве электрических сетей, военном строительстве, это объясняется рядом их существенных преимуществ по сравнению с традиционными свайными технологиями: высокая скорость и низкая трудоемкость монтажа; безударность погружения; возможность установки свай в труднодоступных местах; отсутствие земляных работ; возможность круглогодичного ведения строительного-монтажных работ.

Кроме того, свайно-винтовая технология отвечает современным тенденциям экологической безопасности, так как при ее использовании отсутствуют, как таковые, земляные работы, что исключает рекультивационные работы.

При демонтаже устроенного фундамента в окружающей среде не остается элементов конструкции, которые бы загрязняли ее или нарушали ее водно-тепловой режим.

Ряд этих достоинств полностью оправдывает использование свай винтового исполнения в строительстве.

С учетом современных темпов механизации и автоматизации строительства решается множество проблем сопряженных с работами по погружению свай, защитой от коррозии тела и лопастей свай.

Сегодня основным сдерживающим фактором распространения винтовых свай остается недостаточная изученность их работы.

Наличие различных видов, конфигураций и размеров винтовых лопастей свай позволяет значительно варьировать характеристики устраиваемых на сваях СВКС фундаментов.

На российском рынке фундаментостроения представлена продукция компании ООО «Бау групп» – сваи винтовые конусно-спиральные (СВКС).

Винтовые сваи СВКС (рисунок 6) представляет собой патентованный кованый конусный корпус из трубной заготовки с приваренной спиралью, так называемые конусно-спиральные винтовые сваи.



*Рисунок 6. Разновидности свай СВКС (разработано автором)*

Технология винтовых свай СВКС стремительно развивается, и в будущем способна заменить существующие традиционных свайные технологий.

Применение данной технологии имеет широчайший спектр применения (малоэтажное строительство, городское благоустройство, возведение опор ЛЭП и нефтедобывающих сооружений).

Особенно сильный толчок развитию теории и практики устройства фундаментов на винтовых сваях дало их использование в местах добычи полезных ископаемых, где преобладают сложные грунтовые условия. Все эти разработки в настоящее время стали широко применяться в промышленном и гражданском строительстве.

### **Выводы**

1. Технология винтовых свай стремительно развивается, и в будущем способна заменить многие из существующих традиционных свайных технологий. Применение данной технологии имеет широчайший спектр применения (малоэтажное строительство, городское благоустройство, возведение опор ЛЭП и нефтедобывающих сооружений).

2. Технология винтовых свай развивается и в наши дни. Развитие идет по нескольким направлениям – применения лопастей из новых материалов, усовершенствование конструкции лопастей, применение разных типов трубы и т. д.

3. Сегодня основным сдерживающим фактором распространения винтовых свай остается недостаточная изученность их работы в различных инженерно-геологических условиях.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Ван Импе, В.Ф. Фундаменты глубокого заложения: тенденции и перспективы развития [Текст] // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005. – № 9. – С. 7–33.
2. Железков, В.Н. Винтовые сваи в энергетических и других отраслях строительства [Текст]. – СПб.: Издательский дом «Прагма», 2004. – 125 с.
3. Пенчук В.А. Винтовые сваи и анкеры для опор: Изд-во «Будівельник». Киев. – 2015 – 96 с. С. 12.
4. Алексеев А.Г., Безволев С.Г., Сазонов П.М., Звездов А.А. О необходимости исследований работы винтовых свай и актуализации норм проектирования свайно-винтовых фундаментов // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – № 1. – С. 43–47.
5. Акопян В.Ф. Испытания моделей винтовых свай // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2. – С. 29–32.
6. Прокопенко Д.В. Математическое и компьютерное моделирование несущей способности одиночной винтовой сваи с учетом уплотнения грунта // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2013. – № 3. – С. 47–51.
7. Щербаков В.С., Денисова Е.Ф. Система автоматизации моделирования процесса погружения винтовой сваи // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – № 3. – С. 27–34.
8. Носков И.В., Копылов А.В. Использование многолопастных винтовых свай в качестве фундаментов шумозащитных экранов. Вестник Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова: Изд-во АлтГТУ. 2014. № 1. С. 121–125.
9. Носков И.В., Копылов А.В. Исследование работы и определение несущей способности оцинкованных многолопастных винтовых свай по действию крутящего момента. Ползуновский альманах №3, Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2016 г. с. 159–164.
10. Носков И.В. Определение несущей способности оцинкованных многолопастных винтовых свай. Ползуновский альманах №3 2016 Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова: Изд-во АлтГТУ – 2016 – 247 с. С. 155–158.
11. Носков И.В. Оценка долговечности оцинкованных многолопастных винтовых свай «ВАУ. Ползуновский вестник №4. Т.2 – 2016 Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова: Изд-во АлтГТУ – 2016, С. 192–195.

**Noskov Igor Vladislavovich**

Polzunov Altai state technical university, Barnaul, Russia  
E-mail: noskov.56@mail.ru

**Ananyev Sergei Anantolevich**

Polzunov Altai state technical university, Barnaul, Russia  
E-mail: ananda\_hasita@mail.ru

**Andrey Gtnadievich Surtaev**

Polzunov Altai state technical university, Barnaul, Russia  
E-mail: agsurtaev84@mail.ru

## **The current state of the problem of application of screw piles in construction**

**Abstract.** In article are described the prospects of application of screw piles in construction. Already today screw find wide popularity at construction of the bases of the most different objects. It is possible to tell safely that the bases arranged with application of screw piles – quite new view of the bases. But the idea of their use arose at a turn of 18–19 centuries. In article is described the technology of application of the first screw piles in England and the USA. Which shows that despite weak maturity of works and lack of due level of mechanization the technology was proved as highly effective. In the article is provided the description of a scientific contribution of the Russian scientists and results of their researches, decisions and the prospects of further development of application of screw piles in construction in spite of the fact that applications of screw piles in modern construction occupies rather small share, this technology was proved as very effective way. Potential of this technology is still poorly realized. It is connected, first of all, with weak study of work of screw piles in separate engineering-geological conditions.

**Keywords:** screw piles; pile; soil; base; pile screw conical and spiral