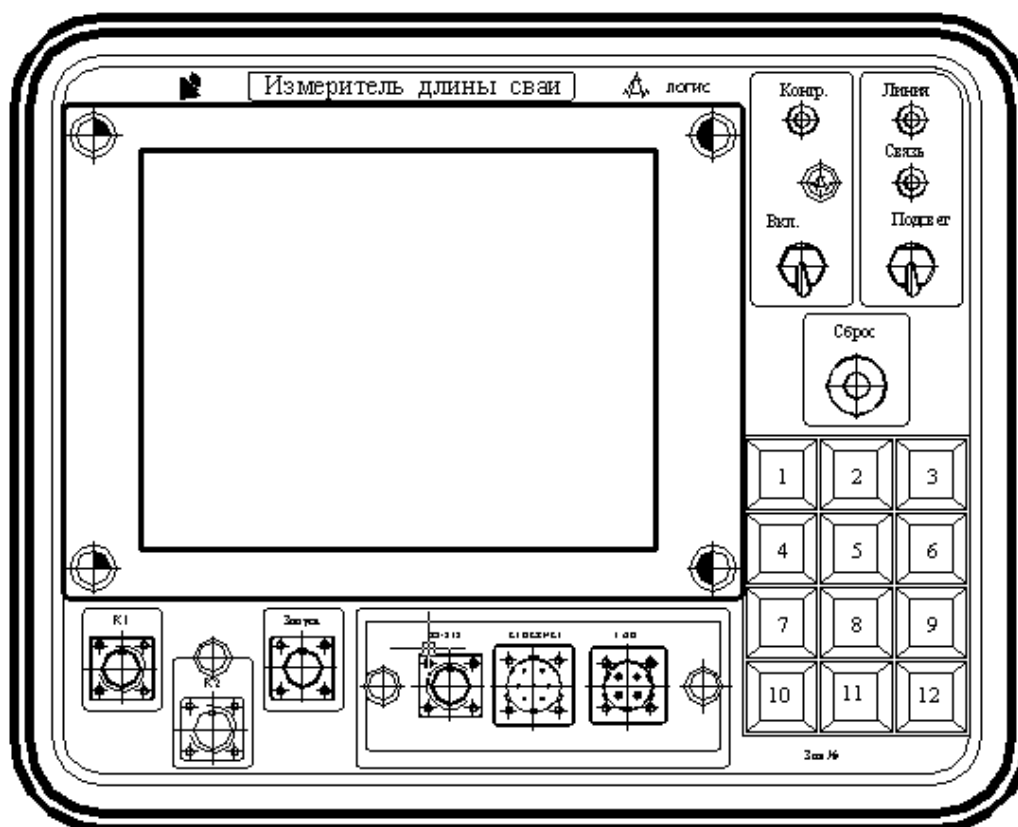


Кафедра геоэкологии и инженерной геологии

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ ДЛИНЫ СВАЙ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ

Методические указания к практическим работам по дисциплинам
«Инженерная геология», «Методы геоэкологических исследований» и
«Геоэкология»



Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
(ННГАСУ)

Кафедра геоэкологии и инженерной геологии

**ПРИМЕНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ ДЛИНЫ СВАЙ
ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ
НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ**

Методические указания для студентов
по направлениям: 270100.62 - «Строительство» и 020800.62 – «Экология и
природопользование»

По специальностям: 270102.65 – «Промышленное и гражданское
строительство», 020802.65 – «Природопользование» к практическим работам
по дисциплинам «Инженерная геология», «Методы геоэкологических
исследований» и «Геоэкология»

Нижний Новгород – 2011

УДК 37.01

Применение измерителя длины свай при обследовании свайных фундаментов неразрушающими методами контроля.

Методические указания для студентов по направлениям: 270100.62 - «Строительство» и 020800.62 – «Экология и природопользование». По специальностям: 270102.65 – «Промышленное и гражданское строительство», 020802.65 – «Природопользование» к практическим работам по дисциплинам «Инженерная геология», «Методы геоэкологических исследований» и «Геоэкология».- Н. Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2011,-24 с.

В методических указаниях приведены сведения об устройстве, принципе действия и методике выполнения исследований измерителем длины свай для решения инженерно-геологических и геоэкологических задач при комплексном обследовании гражданских, промышленных зданий и сооружений в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Составитель: С.Е. Копосов, Д.И. Зотов

©Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2011

Содержание

Название раздела	Страница
Содержание	3
Введение	4
1. Краткие сведения об измерителе длины свай	7
2. Аппаратура для исследований	9
3. Принцип действия измерителя длины свай	11
4. Подготовка к работе измерителя длины свай	14
4.1. Настройка параметров	14
4.2. Настройка оборудования	16
5. Проведение исследований	16
6. Примеры отображения полученных данных	21
Список литературы	23

Введение

За последние 20 лет вследствие критических деформаций разрушению подвергся целый ряд инженерных сооружений и зданий в Нижегородской области и в других регионах России. Анализ их причин показал, что во всех случаях были допущены принципиальные ошибки на различных стадиях выполнения работ: выборе площадки строительства, инженерных изысканиях, проектировании, строительстве, эксплуатации, а также реконструкции. Значительная часть ошибок была связана с недостаточно выполненным объемом работ по обследованию инженерных объектов.

Важной задачей при этом является определение характера опасности деформаций для специальных инженерных сооружений.

Анализ аварий и повреждений инженерных сооружений дал возможность классифицировать характер опасности следующим образом:

- катастрофические разрушения с потерей общей устойчивости сооружения и основных несущих конструкций, которые приводят к гибели людей, пожарам, взрывам и другим техногенным катастрофам и авариям;
- частичные разрушения и повреждения с потерей устойчивости отдельных блоков сооружения, которые приводят к временному прекращению эксплуатации инженерных сооружений;
- повреждения несущих конструкций общего характера, которые приводят к длительному существенному затруднению эксплуатации сооружений;
- повреждения, которые могут привести к временному затруднению эксплуатации сооружений или не оказывают влияния на эксплуатационную надежность сооружения.

Теоретический расчет с учетом всех факторов и оценка безопасной эксплуатации различных типов инженерных сооружений является важнейшим условием безопасной эксплуатации сооружений. На основании вышесказанного оценка безопасности должна базироваться на результатах

комплексных инженерно-геологических, геофизических и специальных исследований. При оценке безопасной эксплуатации учитываются:

- конструктивные особенности сооружений;
- сложившиеся и возможные в будущем технологические нагрузки, в том числе и техногенные;
- расчетный срок эксплуатации инженерных объектов.

При принятии проектных инженерных решений по усилению фундаментов и в целом конструкции сооружений, размещаемых на опасных производственных объектах, учитывая особый статус объектов, было взято за основу положение: проведение технической экспертизы должно предотвратить возможность катастрофических разрушений несущих конструкций сооружений и обеспечить эксплуатационную безопасность данных сооружений. Это достигается за счет специальных инженерных мероприятий конструктивного, геотехнического, строительного-технологического и эксплуатационного характера. Объем мероприятий определяется в каждом конкретном случае в зависимости от степени взрыво- и пожароопасности объекта, возможного масштаба воздействия на окружающую среду при аварийной ситуации. Виды инженерной защиты выбираются исходя из класса ответственности сооружения, расчетного срока его службы, конструктивных решений, размеров активной зоны основания, нагрузок, технологического режима, условий строительства и эксплуатации, учета техногенных нагрузок.

Особое значение необходимо уделять системе оперативного контроля за техническим состоянием строительных конструкций сооружений на основе применяемых в ННГАСУ современных неразрушающих методов диагностики.

Комплексная оценка состояния строительных конструкций с применением новейшего оборудования позволяет оперативно и эффективно без нарушения сплошности конструкций определять такие параметры как: прочность и однородность бетона в конструктивных элементах, упругие

характеристики и коррозионное состояние бетона, расположение и диаметр арматуры в бетоне, наличие скрытых дефектов в бетоне (раковины, трещины, расслоения и др.), водопроницаемость, морозостойкость бетона, толщину защитного слоя арматуры, местоположение арматуры в бетоне, что в свою очередь позволяет прогнозировать срок службы инженерных сооружений, обосновывать сроки проведения капитального ремонта и расчет остаточного ресурса.

Для обосновывающих расчетов используются современные программные средства и методики, в том числе, и разработанные в ННГАСУ.

1. Краткие сведения об измерителе длины свай

Измеритель длины свай это современный прибор, предназначенный для определения длины сваи находящейся в грунтовом основании методом, основанном на отражении механического колебания от границы раздела сред с разными физическими свойствами.

Методика определения длины свай с помощью прибора «Измеритель длины свай (ИДС-1)», основана на измерении времени между интервалами излучения упругой продольной волны в свае и прихода отраженных волн. Продольная волна излучается молотком. Длина вычисляется, исходя из измеренного интервала времени. При этом скорость продольной волны упругих колебаний в свае, считается известной (её можно рассчитать по формуле, измерить прибором «ИДС-1», или откалибровать прибор по известной свае или априорными данными).

Отраженная продольная волна возникает в местах изменения механического импеданса (механический импеданс пропорционален скорости продольной волны в свае и площади поперечного сечения). Таким образом, если считать сваю однородной (скорость постоянна) там, где происходит изменение профиля сваи, происходит отражение волны. И чем резче это изменение, тем больше коэффициент отражения волны и тем заметней отклик на экране.

«ИДС-1» позволяет определить такие дефекты в свае, как утолщение/утончение профиля сваи, трещины. Так же можно примерно определить продольный размер дефекта. Поперечный размер дефекта может быть определен качественно. Картина, получающаяся при работе с прибором показана на рис 1.

Максимальная длина измерения прибором бетонных свай составляет 25-30 м (зависит от плотности грунта – чем плотнее грунт, тем меньше длина).

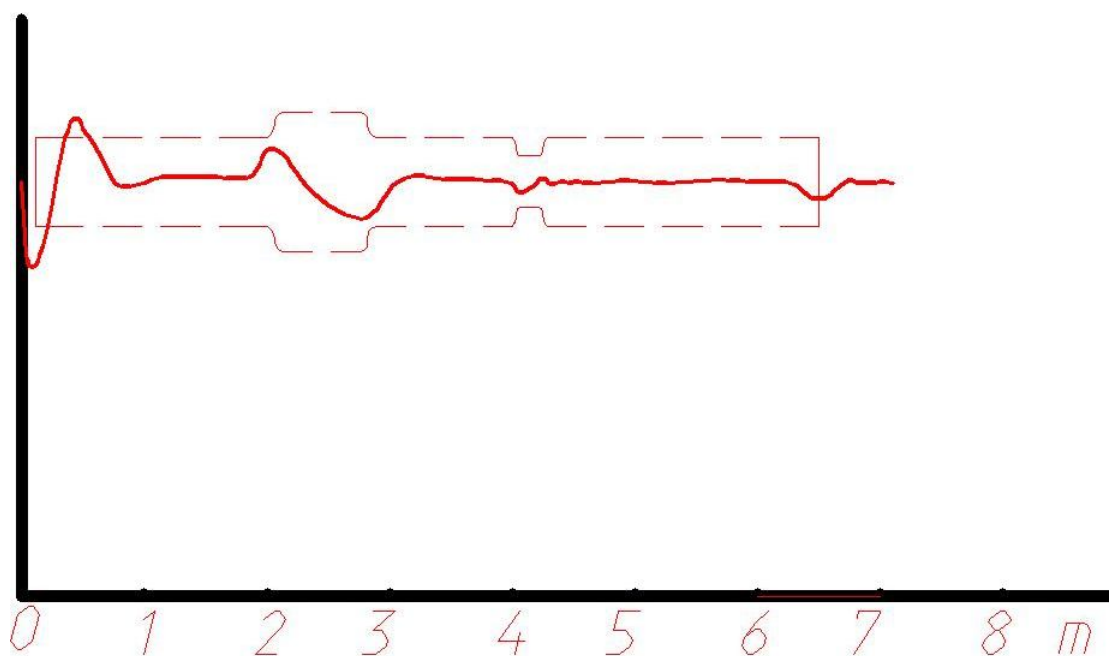


Рис. 1. Общий вид сигнала, получаемого с помощью прибора «ИДС-1» при исследовании железобетонных свай

Применение измерителя длины свай позволяет эффективнее решать инженерно-технические задачи при обследовании заглубленных свайных фундаментов из любых типов свай (сборных железобетонных, буронабивных, металлических, деревянных) и любой формы сечения (квадратного, круглого и т.п.) при одностороннем доступе к ним.

Кроме того, «ИДС-1» может использоваться в качестве высокочастотной 2-х канальной сейсморазведочной станции.

Измеритель длины свай – сложное техническое устройство, включающее в себя само устройство с органами управления и индикации, встроенный аккумулятор, комплект кабелей различной длины с сейсмоприемниками, зарядное устройство, молоток и программа для получения и интерпретации полученных данных.



Рис. 2. Фото измерителя длины свай «ИДС» с комплектом сейсмоприемников.

Использование измерителя длины свай «ИДС» в комплексе с другими методами неразрушающего контроля позволяет более эффективно решать вышеназванные задачи.

2. Аппаратура для исследований

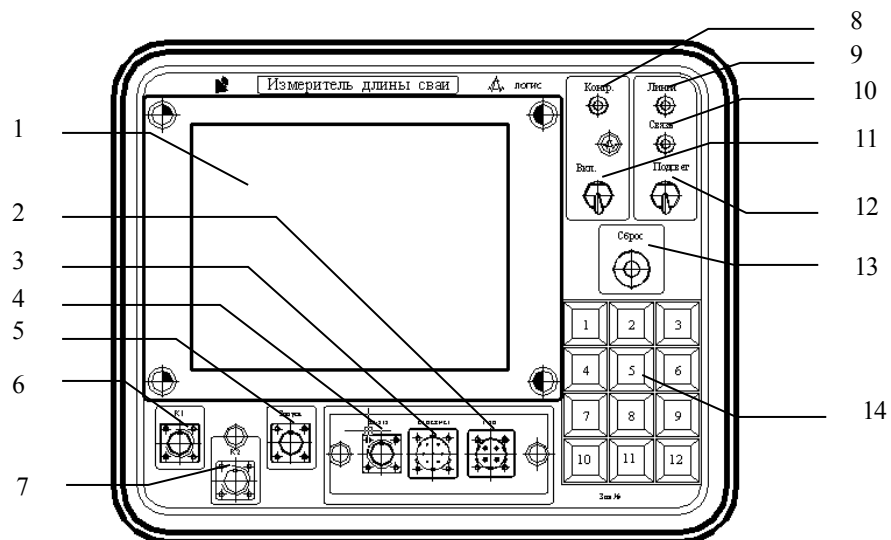


Рис. 3. Органы управления и индикации измерителя длины свай сер. № 5.

- 1) жидкокристаллический дисплей (ЖКД), предназначен для отображения информации во всех режимах работы;
- 2) разъем "+12В", предназначен для подключения зарядного устройства;
- 3) разъем "Ethernet", предназначен для подключения к сети Ethernet;
- 4) разъем "RS232", предназначен для подключения к компьютеру через интерфейс RS232;
- 5) разъем "Запуск", предназначен для синхронизации внешнего источника механических воздействий;
- 6) разъем "К1", предназначен для подключения сейсмоприемника на первый канал;
- 7) разъем "К2", предназначен для подключения сейсмоприемника на второй канал;
- 8) индикатор светодиодный "Контр.", предназначен для контроля включения питания;
- 9) индикатор светодиодный "Линия", предназначен для контроля подключения к сети Ethernet;
- 10) индикатор светодиодный "Связь", предназначен для контроля потоков данных в сети Ethernet;
- 11) тумблер "Вкл", предназначен для включения питания Измерителя;
- 12) тумблер "Подсвет", предназначен для включения подсветки экрана ЖК;
- 13) переключатель кнопочный "Сброс", предназначен для перезапуска операционной системы;
- 14) клавиатура, предназначена для управления Измерителем во всех режимах работы.

Программа для обмена данными между удаленным устройством и персональным компьютером - данная программа предназначена для обеспечения обмена данными между персональным компьютером (ПК) и

измерителем длины свай (ИДС-1), имеющим встроенную долговременную память, сохраняющую информацию при выключении источника питания.

Программа позволяет:

- Устанавливать соединение с ИДС-1.
- Просматривать содержимое накопителя ИДС-1.
- Копировать файлы с ИДС-1 на ПК.
- Копировать файлы с ПК на ИДС-1.
- Создавать каталоги на ИДС-1 и ПК (не для всех типов ИДС) и ПК.
- Уничтожать файлы и каталоги на ИДС-1.
- Просматривать заголовки Sgy-файлов.
- Использовать программу в качестве файлового менеджера.
- Распечатывать результаты измерений с ПК на принтере.

3. Принцип действия измерителя длины свай «ИДС-1»

Метод измерения основан на свойствах отражения акустической волны от границы раздела сред.

Сейсмоприемник (датчик) закрепляется на конце сваи. Датчик должен крепиться на торец сваи с помощью пластилина или оконной замазки. При этом ось датчика должна быть параллельно оси сваи. При измерении сваи в составе ростверка («ленточного») датчик ставится на ростверк над сваем также на пластине. Сваи в составе «кустового» ростверка через этот ростверк измерять нельзя, т.к. это противоречит методу измерения (объект измерения должен иметь продольный размер намного больше поперечного). Если нет возможности установить датчик на торец сваи его можно установить сбоку на пластине.

Для получения достоверных данных при измерении длины сваи в составе «кустового» ростверка необходимо:

- поперек сваи просверлить отверстие;

- в отверстие установить штырь и закрепить его на алебастр;
- на торчащий конец штыря прикручивается стальная платформа размерами 200x200x20 мм;
- на верхний торец платформы монтируется измеритель скорости (соосно со свай) на пластилин (рис. 4).

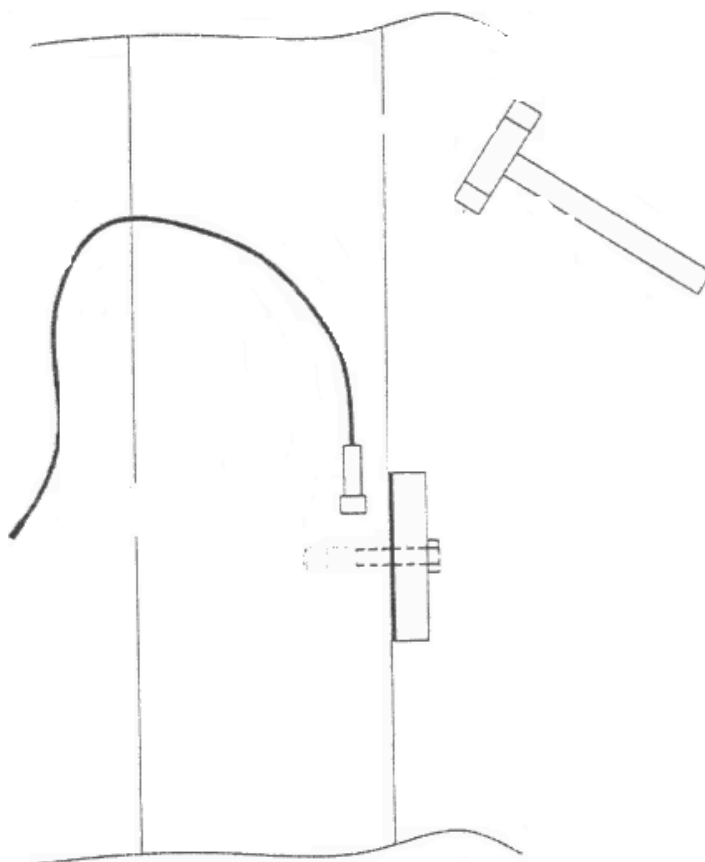


Рис. 4. Схема установки датчика для измерения длины сваи в составе «кустового» ростверка

После установки датчика включается режим регистрации и производится механическое воздействие молотком вдоль оси сваи для возбуждения продольной волны. Волна, отражаясь от конца сваи, возвращается к сейсмоприемнику. Измеритель производит регистрацию сигнала, по которому осуществляется измерение времени между начальным воздействием и отраженной волной.

Определение длины сваи (L) производится в следующей последовательности:

- 1) производится определение промежутка времени между начальным воздействием и откликом, полученным от нижней границы;
- 2) вычисляется длина сваи по формуле:

$$L = \frac{\Delta t * V}{2}, \quad (1)$$

где Δt – промежуток времени между начальным воздействием и откликом, полученным от нижней границы в первом канале (см. рис.5), сек;

V – скорость распространения в среде, м/сек (табличное значение скорости распространения волн в бетоне 3600 м/сек, в металле 5200 м/сек).

Скорость распространения в среде может быть задана оператором или определяться по формуле:

$$V = \frac{S}{|t_2 - t_1|}, \quad (2)$$

где S – расстояние между сейсмоприемниками, м;

$|t_2 - t_1|$ – модуль разности времени начала воздействия между двумя каналами, сек (см. рис. 5).

Точность вычисления обусловлена периодом квантования, который определяется по формуле:

$$T_{\text{кв}} = 1 / F_{\text{д}} [1/\text{кГц}], \quad (3)$$

где $T_{\text{кв}}$ – период квантования, мсек;

$F_{\text{д}}$ – частота дискретизации, кГц.

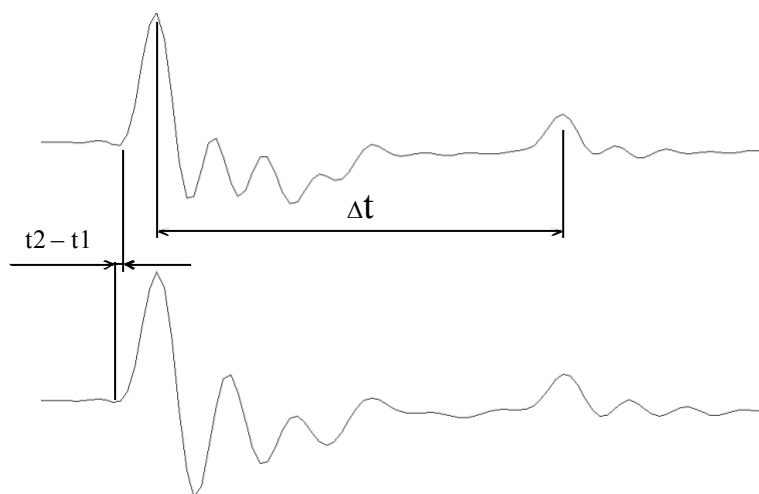


Рис. 5. Форма отраженной акустической волны от границы раздела сред.

4. Подготовка к работе измерителя длины свай

Подготовка к работе должна происходить в следующей последовательности:

1) закрепляем два сейсмоприемника на свае с помощью пластилина или замазки на расстоянии один метр по вертикали согласно рис. 6;

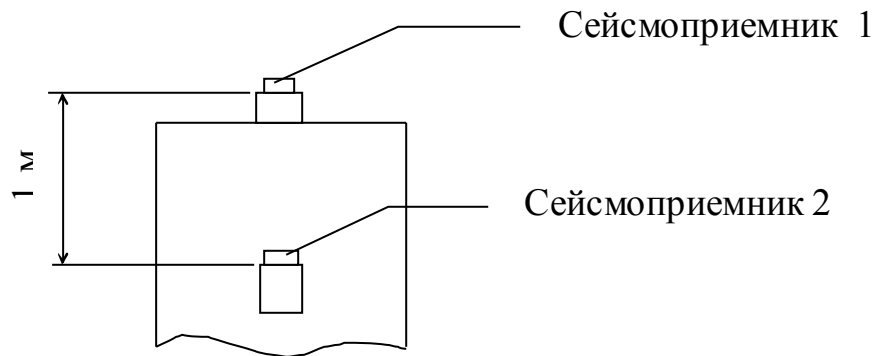


Рис. 6. Подготовка к работе (установка сейсмоприемников)

2) подключаем выходы сейсмоприемников 1 и 2 к разъемам "К1" и "К2" соответственно;

3) включаем тумблер "Вкл", при этом прозвучит короткий звуковой сигнал, и произойдет загрузка операционной системы и тестирование устройств ИДС.

4) выполняется настройка параметров.

4.1. Настройка параметров.

Настройка параметров осуществляется в окне "Options" (рис. 7), которое вызывается выбором одноименного пункта в главном меню.

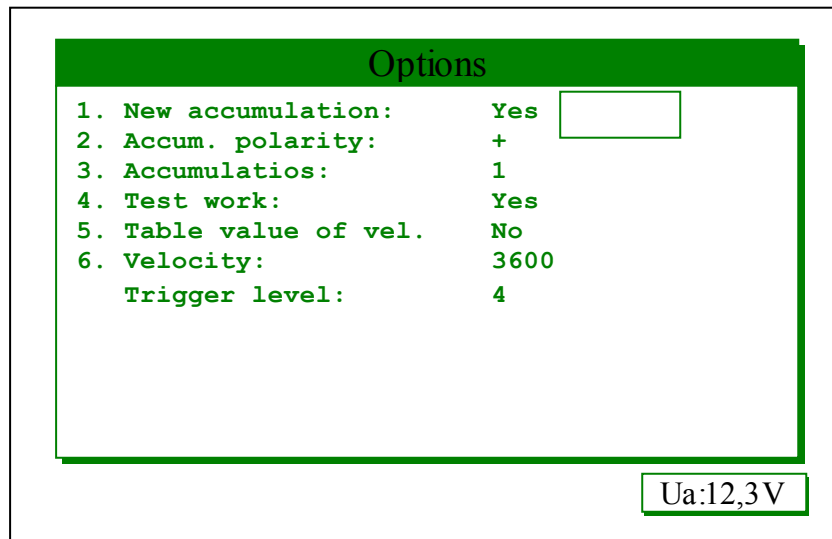


Рис. 7. Выбор опций.

1. New accumulation – включение очистки входного буфера перед новой записью. Если очистка входного буфера запрещена, то входные данные будут суммироваться с данными из входного буфера;
2. Accum. polarity – полярность накопления;
3. Accumulations – количество накоплений (определяет количество накоплений, выполняемых при рабочем режиме);
4. Test work – разрешает включение тестового режима работы;
5. Table value of vel. – разрешение использования табличного значения скорости (приведенного в пункте 6);
6. Velocity – табличное значение скорости распространения механических колебаний в исследуемой среде;
Trigger level – порог превышения сигнала над шумом по которому принимается решение о начале записи.

4.2. Настройка оборудования.

Настройка оборудования осуществляется в окне "Tools" (рис. 8), которое вызывается выбором одноименного пункта в главном меню.

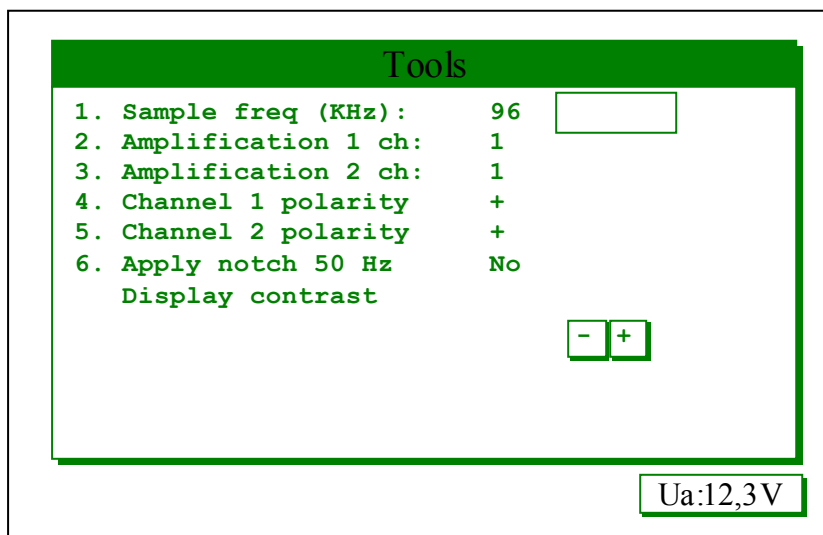


Рис.8. Выбор рабочих параметров оборудования.

1. Sample freq – установка частоты дискретизации;
2. Amplification 1 ch – установка усиления в первом канале;
3. Amplification 2 ch – установка усиления во втором канале;
4. Channel 1 polarity – полярность первого канала;
5. Channel 2 polarity – полярность второго канала;
6. Apply notch 50 Hz – включения режекторного фильтра 50 Гц;
7. Регулировка контрастности дисплея.

Измеритель готов к работе.

5. Проведение исследований по определению длины сваи.

Порядок проведения исследований состоит из четырех этапов, первые три из которых натурные, а последний – камеральный.

Первым этапом исследований являются рекогносцировочные работы на объекте обследования, в ходе которых, устанавливается возможность

проведения испытаний свай и определяется их количество в соответствии с требованиями существующих нормативных документов, а также программы обследования.

Главным требованием для получения достоверных результатов является отсутствие ростверков по оголовкам свай. На рис. 9 представлен общий вид свайного поля предназначенного для испытания.



Рис.9. Общий вид свайного поля в р.п. Сеченово Нижегородской области, предназначенного для исследования.

В случаях, когда производится испытание свай в составе эксплуатируемого здания (как правило, для реконструкции) производится вырубка оголовка сваи из ростверка (см. рис. 10).



Рис. 10. Общий вид сборной железобетонной сваи, предназначенной для испытания в составе существующей конструкции. Оголовок сваи вырублен из ростверка.

Вторым этапом производится установка датчиков-сейсмоприемников (рис. 4, 6), включение, настройка, тестирование прибора. Схема установки датчиков показана на рис. 11 и 12.



Рис. 11. Схема установки датчиков для проведения испытания свай при всестороннем доступе к конструкции



Рис. 12. Схема установки датчиков для проведения испытания свай в подготовленном шурфе

На *третьем этапе* производится испытание свай, снятие показаний полученных данных с занесением во встроенную память прибора до последующей обработки в камеральных условиях.



Рис. 13. Процесс проведения исследования длины свай с помощью прибора «ИДС-1»

Четвертым этапом, после передачи полученных данных из встроенной памяти прибора в стационарный компьютер, отфильтровывания сигнала (удаление звона и других посторонних отраженных шумов) и преобразования полученных значений по формулам (1-3), как результат проведенных исследований определяем искомую величину – длину свай.

6. Примеры отображения полученных данных.

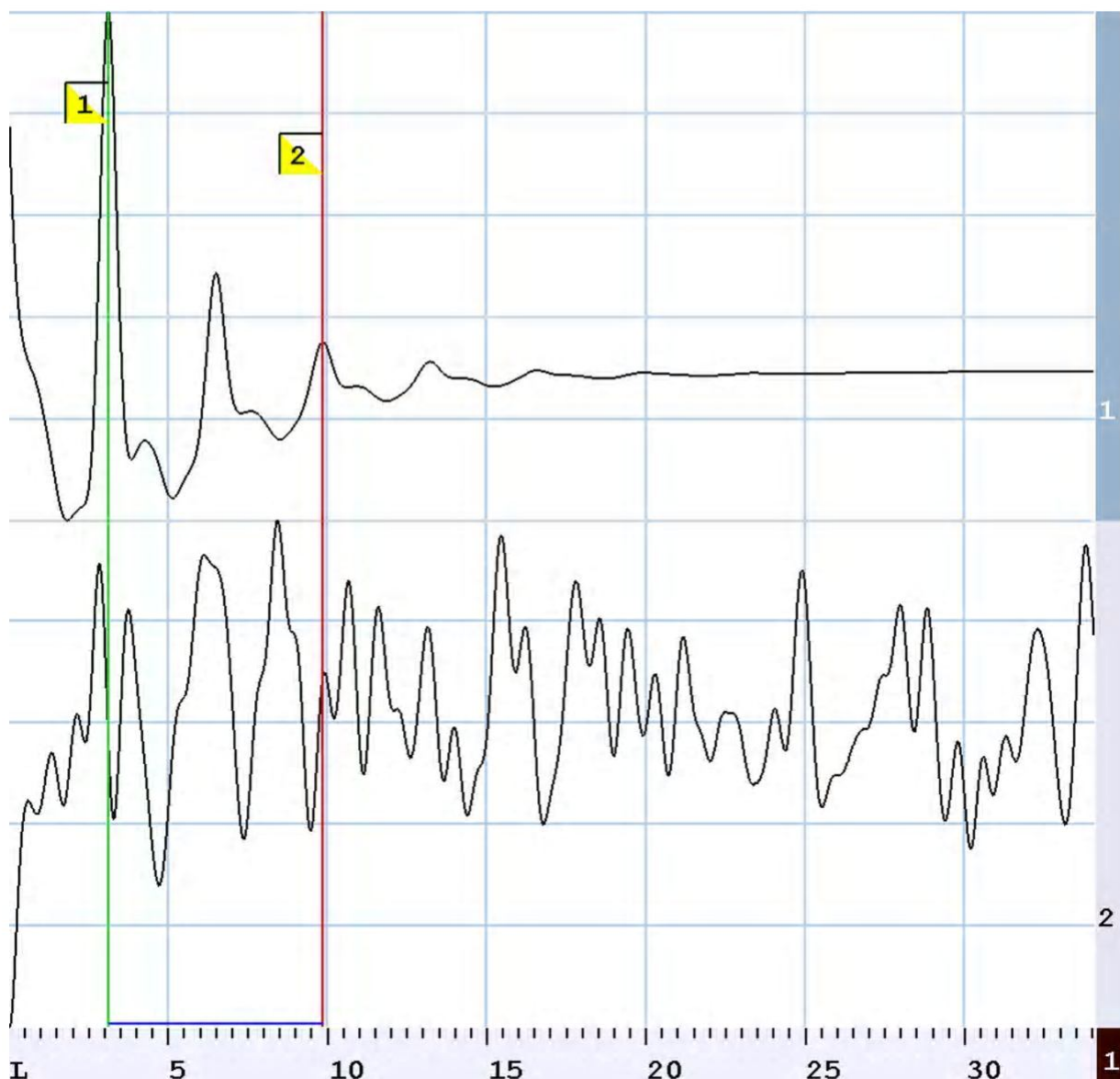


Рис. 14. Пример отображения результатов измерения на дисплее прибора «ИДС-1». Маркеры 1 и 2 соответствуют времени регистрации сигналов (маркер 1 – соответствует моменту возбуждения сигнала; 2 – сигнал, отразившийся от нижней границы сваи)

Обычно, для исследования длины и целостности свай достаточно использовать один канал, а второй, как правило отключают.

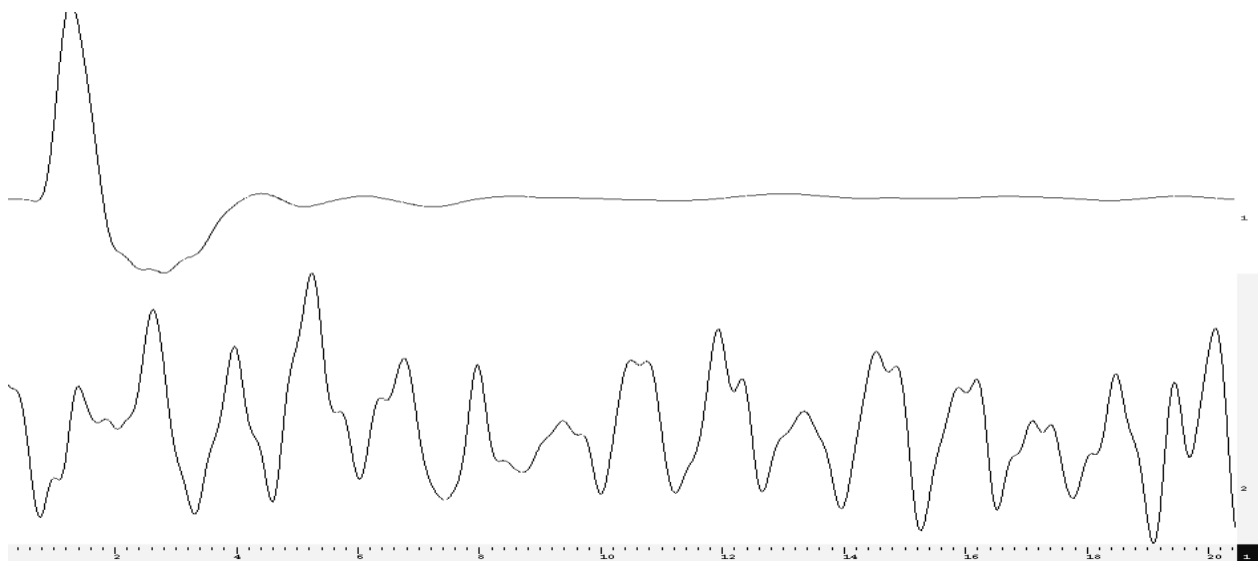


Рис. 15. Распределение импульса во времени свая №1 (длина 6.01 м).

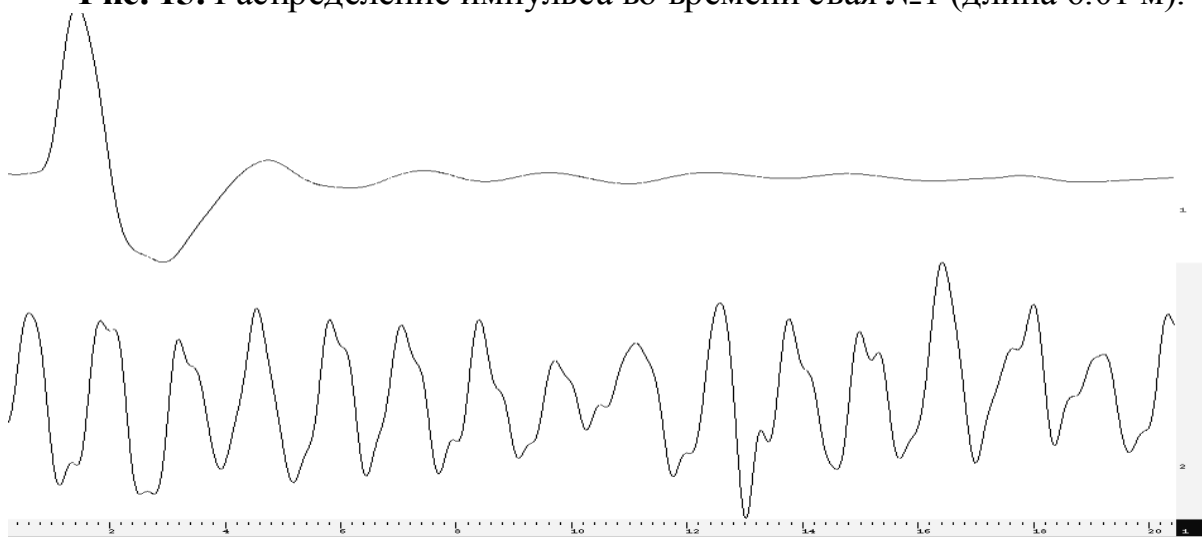


Рис. 16. Распределение импульса во времени свая №2 (длина 5.97 м).

Список литературы

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. №384-ФЗ. Москва, Кремль. 30 декабря 2009 г.
2. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты/Минстрой России. -М.: ГП ЦПП, 1995.
3. СНиП 2.02.01-83 (2004) Основания зданий и сооружений. / Госстрой России.- М., 2004.- 48 с.
4. РД 34.10.130-96 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
5. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. М.,1983, 38с.
6. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. - 105 с.
7. СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания. / Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1994.-72 с.
8. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. - 26с.
9. Руководство по проведению натурных обследований зданий и сооружений. / ЦНИИпромзданий. - М., 1975.

Сергей Евгеньевич КОПОСОВ доцент, к.т.н.
Дмитрий Игоревич ЗОТОВ старший преподаватель

Применение измерителя длины свай при обследовании свайных фундаментов
неразрушающими методами контроля

Методические указания для студентов по направлениям: 270100.62 - «Строительство» и 020800.62 – «Экология и природопользование». По специальностям: 270102.65 – «Промышленное и гражданское строительство», 020802.65 – «Природопользование» к практическим работам по дисциплинам «Инженерная геология», «Методы геоэкологических исследований» и «Геоэкология».- Н. Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2011,-24 с.

Подписано к печати _____. Формат 60x90 1/16. Бумага газетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. Уч. изд. л. Тираж 300 экз. Заказ № _____.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет.
603600, Н.Новгород, ул. Ильинская, 65

Полиграфический центр ННГАСУ, Н. Новгород, ул. Ильинская, 65.
603600, Н.Новгород, Ильинская, 65.