телевидения. Опыт эксплуатации показал, что с помощью этих установок можно получить данные о состоянии участков трубопроводов, не заглубленных в грунт, и о состоянии подводной части берегоукреплений, однако такие же данные можно получить, используя водолазную станцию, и без подводного телевидения. Необходимо также учитывать, что при наличии скорости течения вследствие большого силового воздействия потока водолазу приходится затрачивать значительные усилия на перемещения и удержание камеры подводного телевидения. Поэтому установку подводного телевидения следует использовать при демонстрации участка трубопровода специалистам, дающим заключение о состоянии трубопровода и рекомендации по ремонтным работам.

Более совершенны по сравнению с визуальными методы определения положения трубопроводов с помощью приборов. Принцип работы одного такого устройства заключается в следующем.

По дну водоема катер буксирует локатор длиной около 2 м, который работает по принципу металлоискателя. При попадании металлического предмета или трубопровода в зону действия локатора интенсивность электромагнитного поля, создаваемого генератором, изменяется, что и регистрируется локатором, который позволяет определять места нахождения трубопровода и измерять глубину залегания последнего с точностью до $\pm 0{,}1$ м.

Вторичный прибор, с помощью которого регистрируется глубина залегания трубопровода, находится на катере. Местонахождение локатора определяют по бую.

Следующее устройство — высокочувствительный трассоискатель типа ВТР-У.

К трубопроводу и заземлителю, заглубленному на 1 м (в 10—20 м от трубопровода), подключается полупроводниковый генератор низкой частоты, входящий в комплект трассоискателя. Выходная мощность генератора 40 Вт. Вокруг трубопровода создается электромагнитное поле, улавливаемое магнитной антенной приемного устройства. По стрелочному прибору или при помощи головного телефона определяется положение оси трассы. Специальная насадка (треугольник) ВТР-У позволяет определять глубину залегания трубопровода до 10 м. Погрешность определения глубины залегания трубопровода $\pm 10\%$.

Более совершенным является устройство, состоящее из двух катушек, находящихся на определенном расстоянии одна от другой. Одна катушка может поворачиваться вокруг своей оси, а другая расположена горизонтально. Оператор добивается такого положения, при котором э. д. с., индуцируемая в каждой катушке, равна нулю. Угол наклона первой катушки является функцией глубины залегания кабеля; шкала, связанная с указателем катушки, может быть непосредственно проградуирована в метрах. Максимальное значение э. д. с. горизонтальной катушки указывает местонахождение кабеля.

В работе [7] рассмотрен прибор для определения глубины залегания подводных трубопроводов. В комплект этого прибора входят генератор переменного тока, измерительное устройство и две взаимно перпендикулярные рамки для ориентации над трубопроводом. Измерительное устройство выполнено из двух подвижных рамок с различным произведением площади сечения на число витков. Рамки соединены встречно-последовательно с фазочувствительным усилителем и реверсивным двигателем, который перемещает одну из рамок, связанную с указателем глубины. Шкала указателя градуируется в метрах.

Прибор ТПК-1 [21] предназначен специально для определения планово-высотного положения инженерных подземных коммуникаций в процессе выполнения специальных топографических съемок. Прибор может быть также использован для определения мест повреждения кабелей или для других аналогичных целей.

Прибор ТПК-1 рассчитан на работу в диапазоне температур окружающего воздуха от —20 до $+40^\circ$ С и относительной влажности 70%. Прибор позволяет определять место залегания трубопровода под слоем грунта до 2—3 м с точностью до 5—10 см.

Следует отметить, что описанные выше устройства в практике строительства и эксплуатации подводных трубопроводов не нашли широкого применения.

Сотрудниками Уфимского нефтяного института и Московского института нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина [7] разработано специальное устройство, позволяющее определять непосредственно с поверхности воды или льда реки плановое и высотное положение заглубленных в грунт подводных трубопроводов без их вскрытия и применения водолазного труда.

Сущность метода определения положения и глубины залегания подводных трубопроводов заключается в том, что участок трубопровода в районе подводного перехода представляет собой короткозамкнутый виток, образованный основной и резервной нитками трубопровода. В указанном витке без разрыва трубопровода индуцируется переменный ток, благодаря чему трубопровод превращается в источник электромагнитного поля, измерение параметров которого в некоторой точке пространства над трубопроводом позволяет определить положение и глубину залегания трубопровода. Измерение магнитной индукции сводится к измерению электродвижущей силы, индуцируемой в измерительной рамке переменным магнитным потоком, созданным током, протекающим по трубопроводу. При измерении электродвижущей силы милливольтметром по максимуму горизонтальной составляющей и минимуму вертикаль-