

Применительно к созданию мостовых переходов согласно строительным нормам и правилам СНиП [5, 6] подобная сеть может быть использована и для разбивки центров фундаментов опор.

Заключение. Использование электронных тахеометров значительно снижает трудоемкость полевых работ и увеличивает производительность. Наиболее эффективным способом при разбивке электронным тахеометром будет способ полярных координат по горизонтальному углу и расстоянию. Внедрение тахеометров несколько изменило суть данного способа, так как не надо вычислять разбивочные элементы, вместо которых используют прямоугольные координаты исходных и определяемых точек.

Таким образом, исследования в данной работе подтверждают целесообразность предложенной методики двухступенчатого построения разбивочной сети с использованием электронного тахеометра.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Большаков, В.Д. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам / В.Д. Большаков, Г.П. Левчук – М.: Недра, 1980. – 782 с.
2. Геодезические работы в строительстве. Правила проведения: ТКП 45-1.03-26-2006. – 62 с.
3. Лютц, А.Ф. Геодезические работы при изысканиях и строительстве мостовых и тоннельных переходов. – М.: Недра, 1969. – 168 с.
4. Методы разбивки мостов / Под ред. Г.С. Бронштейна. – М.: Транспорт, 1982. – 180 с.
5. Свод правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства: СП 11-104-97. – М., 1997. – 64 с.
6. Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Мосты и тоннели: СНиП III-43-75. – М.: Стройиздат, 1976. – 110 с.

Материал поступил 18.01.16

SINYAKINA N.V., CHESHEVA I.N., SINYAKIN V.V. To a question of creation of a marking network in two stages

One of the ways to reduce labor costs and time of field measurements is the construction of geodetic networks for major construction objects in two stages using a total station electronic tachymeter.

The article describes the shape of the local geodetic network serving geodetic basis of an individual object, construction and adjustment in two stages. The results obtained from the experimental network staked two geodetic quadrangles for the bridge and the breakdown of support that confirms the feasibility of the two-step method of building a network of stake.

УДК 624.12.539.3

Клебанюк Д.Н., Пойта П.С., Шведовский П.В., Худинский С.В.

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРА И СТЕПЕНИ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ ГЕОРАДАРНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Введение. Произвольный выбор конструктивных параметров трамбовок и неучет технологических особенностей и закономерностей динамики уплотнения грунтов практически всегда приводит к удорожанию инженерной подготовки строительных площадок и не позволяет достичь требуемых деформационно-прочностных характеристик грунтовых оснований при относительно приемлемых энергетических затратах.

Исследования [1, 2, 3] показали, что оптимизация размеров и форм подошвы трамбовок, а соответственно массы, высоты сбрасывания, расстояния между точками уплотнения, технологии и организации производства работ и др. параметров требует полного и достоверного учета как инженерно-геологических условий, так и конструктивно-технологических параметров и факторов.

На сегодня конструктивно-технологические параметры и факторы процесса уплотнения достаточно достоверно известны и прогнозируемы, чего нельзя сказать о достоверности знаний о инженерно-геологических условиях, их динамике в процессе уплотнения и, главное, контроля за характером и степенью их трансформации.

Анализ и методика исследований. В исследованиях [3, 4] выявлено, что наибольшая эффективность уплотнения грунтовых оснований достигается при оптимальной (W_{onm}) влажности грунтов. При влажности ниже оптимальной требуется большая энергия на разрушение существующей и формирование новой структуры, что и обуслов-

ливает уменьшение глубины уплотнения (H_{yn}) при некотором повышении степени уплотнения. Так, например, для глинистых грунтов согласно исследованиям [5] снижение влажности ниже оптимальной на 4–5% приводит к уменьшению глубины уплотнения до 15–20%.

Максимальное значение плотности сухого грунта (ρ_d^{\max}) достигается при оптимальной влажности (W_{onm}), но при этом с увеличением содержания глинистых частиц значение ρ_d^{\max} возрастает. Отсюда следует, что чем однороднее грунт, тем плотность будет выше при одних и тех же энергозатратах на уплотнение.

Исследования по изменению влажности (w) и плотности сухого грунта (ρ_d) при уплотнении трамбовками [6, 7, 8] показали, что чем больше энергия воздействия, тем (w) меньше. При этом практически для всех видов и состояний грунтов наибольшее снижение w характерно на первоначальном этапе уплотнения и даже при малой энергии удара. Увеличение воздействующей энергии обуславливает уменьшение (w), но оно очень незначительное. Что касается изменений ρ_d , то оно имеет обратную тенденцию, т.е. при увеличении энергии ρ_d увеличивается и, особенно, на начальном этапе уплотнения.

Не менее существенной является и проблема минимизации энергетических затрат на уплотнение грунтовых оснований. Иссле-

Клебанюк Дмитрий Николаевич, старший преподаватель кафедры геотехники и транспортных коммуникаций Брестского государственного технического университета.

Пойта Петр Степанович, д.т.н., профессор кафедры геотехники и транспортных коммуникаций, ректор Брестского государственного технического университета.

Шведовский Петр Владимирович, к.т.н., профессор, заведующий кафедрой геотехники и транспортных коммуникаций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Худинский Сергей Викторович, инженер-строитель Стройтреста №7.

Беларусь, Стройтрест №7, СУ-66, г. Минск.

дования [8-12] показали, что увеличение массы трамбовки зачастую обеспечивает не только требуемую степень уплотнения с минимальными энергетическими затратами, но и равномерное распределение плотности (ρ) по глубине.

Отсюда следует, что оптимизация процесса уплотнения зависит от возможностей контроля за влажностью, характером и степенью уплотнения. При этом определяющими являются – однородность распределения плотности по глубине и глубина уплотнения.

Однако, как показывает практика, исследование динамики изменения характера уплотнения грунтов по глубине методом отбора проб практически невозможно, так как такие исследования требуют огромных материально-финансовых затрат.

Признанным инструментом для получения такой информации являются георадарные технологии, с успехом применяемые при диагностике грунтов и грунтовых массивов в США, Канаде, Норвегии, КНР, России и других странах [13, 14].

Основное преимущество георадарного зондирования заключается в том, что данный метод позволяет получить непрерывный профиль грунтового основания на значительную глубину, обнаружить неоднородности и идентифицировать их. При этом обеспечивается высокая точность локализации объектов, предметов и границ раздела геологических слоев, глубины их залегания [15]. Применение георадарного зондирования при инженерно-геологических изысканиях позволяет размещать буровые скважины в местах с наиболее выраженными неоднородностями строения грунтового массива [16].

Метод георадиолокации основан на явлении отражения электромагнитной волны от границ сред с разными электрическими свойствами – электропроводностью и диэлектрической проницаемостью [14].

Максимальный контраст в диэлектрических проницаемостях наблюдается между воздухом ($\epsilon=1$) и водой ($\epsilon=81$). Их соотношение в грунте в основном и определяет диэлектрическую проницаемость слоя. Сухие, монолитные, слабо трещиноватые породы имеют низкие значения диэлектрической проницаемости и высокие скорости, а влагонасыщенные породы – высокие значения диэлектрической проницаемости и, как следствие, низкие значения скорости распространения электромагнитных волн

Основной величиной, измеряемой при георадиолокационных исследованиях, является время пробега электромагнитной волны от источника до отражающей границы и обратно к приемнику (рис. 1). Поскольку скорость распространения электромагнитной волны в разных средах различна, измерив времена прихода отраженной волны, можно определить геометрию объекта и уточнить свойства вмещающей среды.

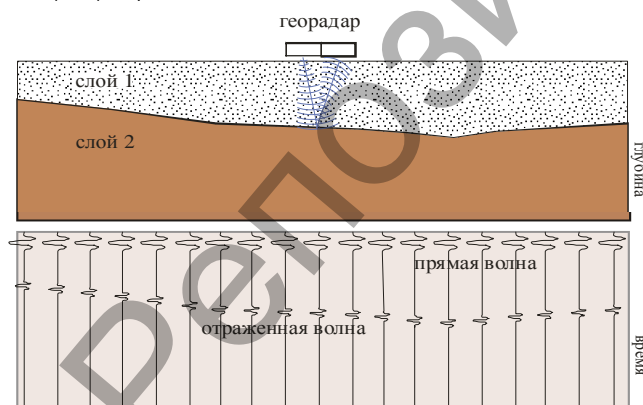


Рис. 1. Принцип действия георадара

Достоинством метода является высокая производительность и высокая разрешающая способность, как в плане, так и по глубине. Глубина исследования - от десяти сантиметров до десятков метров.

Основными параметрами, определяющими методику съемки, и соответственно выбор антенных блоков являются: необходимая глубина исследования и размер структурных элементов (слоев или локальных объектов), которые необходимо выявлять с помощью

хотя бы одной на площадке буровой скважины. В соответствии с этими величинами выбираются антенные блоки с определенной глубиной и разрешающей способностью.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Исследования проводились на строительных площадках с намытыми грунтами (ЮВМР-5, г. Брест) (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид стройплощадок и рабочий момент георадиолокационного обследования

Обследования проводились по ортогональной сетке профилей. В процессе съемки антенна перемещалась по профилю наблюдения с равномерной скоростью непосредственно по дневной поверхности.

Параметры съемки: накопление – 250; развертка по времени – 200 нс (АБ-150); шаг по профилю – 100 мм; режим измерения – по перемещению.

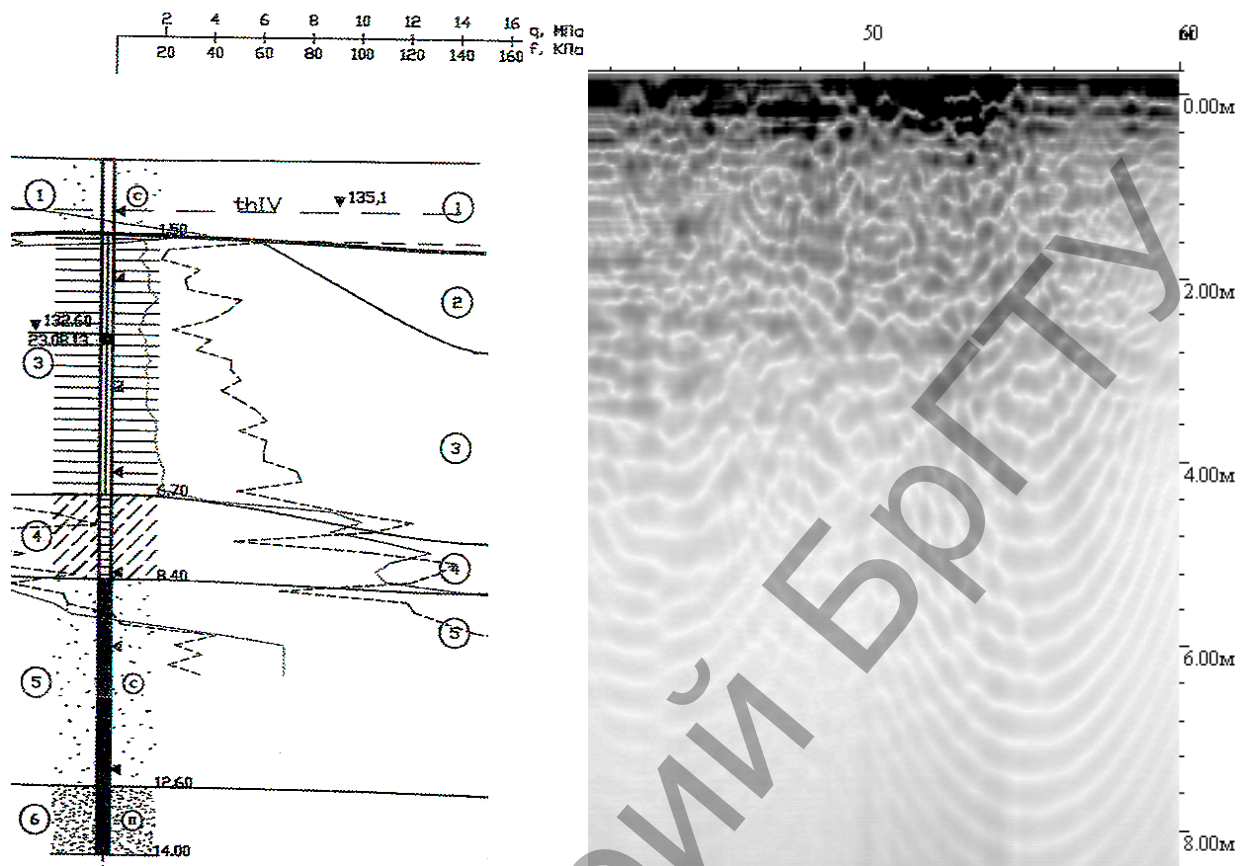
Результатом георадиолокационной съемки являются временные разрезы, записанные методом переменной плотности, на которых по горизонтали указано расстояние в метрах, а по вертикали – время прихода волн, отраженных от границ раздела сред в наносекундах. Общий объем съемки составил 194 погонных метра.

Обработка георадарограмм состояла в выделении полезного сигнала на фоне помех и шума. С помощью специальных приемов преобразования сигналов помехи и шума ослаблялись или полностью удалялись, а полезные – выделялись и усиливались и осуществлялась при помощи программы “GeoScan-32”.

Данная программа включала в себя следующие процедуры: ввод геометрии (корректировка длин профилей, привязка к плану по характерным точкам); вычитание среднего (для удаления возможной синфазной помехи); задание параметров усиления (для получения записи, контрастной по всей длине); задание параметров визуализации данных; полосовая фильтрация (улучшение соотношения сигнал-шум).

Для определения глубины залегания выделенных ИГЭ и структурных границ определялись электромагнитные свойства изучаемого разреза. Через значение диэлектрической проницаемости (ϵ) или

a)



b)

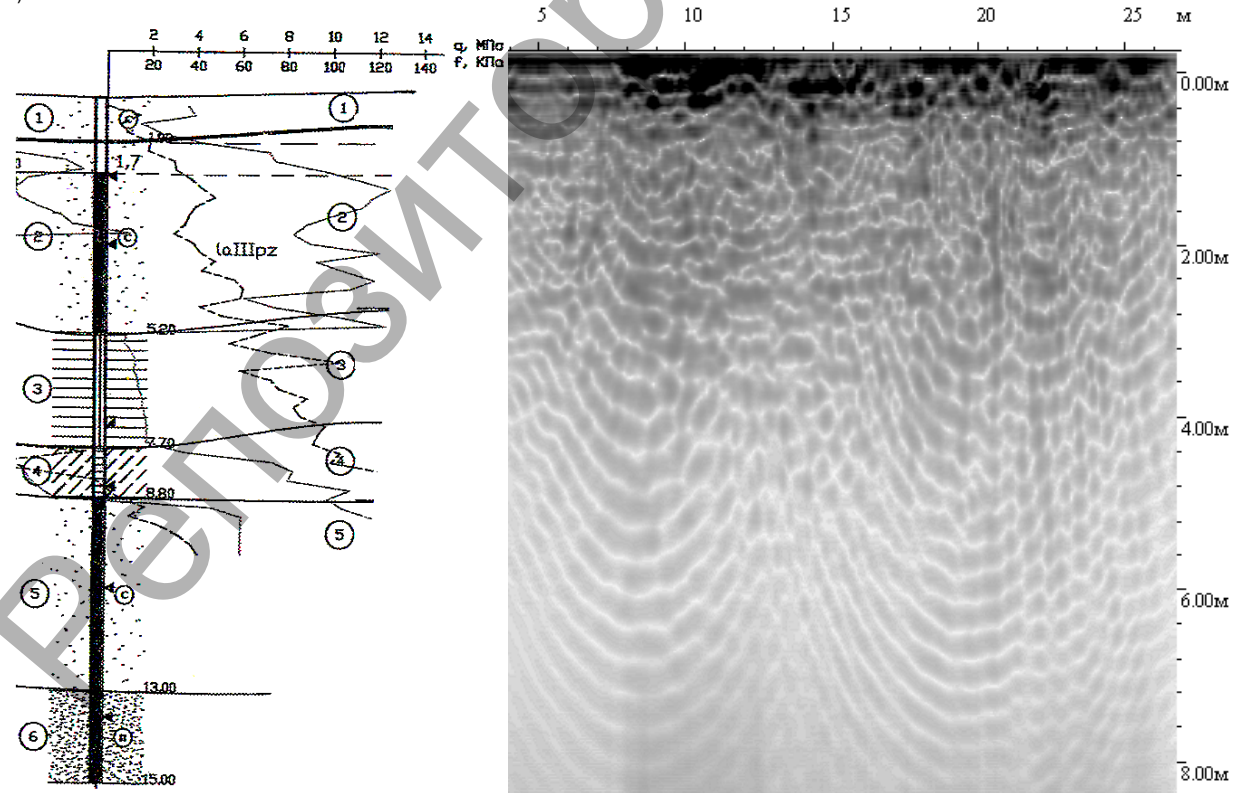


Рис. 3. Совмещенные графики инженерно-геологических условий и створных георадарограмм

скорости распространения волн (V , см/нс) во вмещающей среде, так как оба параметра связаны между собой следующим соотношением:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}, \text{ см/нс}, \quad (1)$$

где C – скорость распространения электромагнитной волны в вакууме.

По известной скорости рассчитывались глубины залегания ИГЭ:

$$H = \frac{V \cdot t}{2}, \quad (2)$$

где H – глубина залегания ИГЭ, t – время пробега волны.

Для определения скорости, как основополагающей величины при пересчете временного разреза (полевые данные) в глубинный, использовались данные бурения, т.е. производилось сопоставление выделенных отражающих поверхностей со слоями, представленными в скважине, и определялись диэлектрические проницаемости слоев.

Совмещенные графики инженерно-геологических условий и створных георадарами приведены на рисунке 3.

Анализ георадарных профилей позволяет выделить несколько интенсивных осей синфазности, соответствующих границам между георадарными комплексами, которые представляют собой раздел сред между уплотненным слоем и грунтами естественного сложения, границами инженерно-геологических элементов и т.д.

Также четко просматривается локальная неоднородность сложения и уплотнения, как по глубине, так и по площади. Характерно проявление особенностей формирования структуры грунтовой толщи и в зависимости от влажности грунтов.

Однако следует отметить, что перевод качественной картины в количественную как по параметрам зоны уплотнения, так и по изменению характеристик грунтов в грунтовой массе еще представляет большие затруднения.

Поэтому использование в строительной практике георадаров на сегодня имеет только вспомогательное приложение, позволяющее в некоторой мере оптимизировать принимаемые проектные решения.

Заключение. Опыт практического применения георадарного зондирования показал, что оно позволяет получить непрерывную картину строения грунтовой среды, степень уплотнения, наличие неоднородностей, определить зоны повышенного геологического риска при проектировании и более обоснованно назначить и даже уменьшить количество точек исследования грунтов традиционными методами.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шведовский, П.В. Особенности оценки и прогноза изменчивости строительных свойств грунтов геомассива в пределах строительных площадок / П.В. Шведовский, П.С. Пойта, Д.Н. Клебанюк // Вестник БрГТУ – 2012. – № 1: Строительство и архитектура. – С. 82–85.
2. Пойта, П.С. Особенности формирования зоны уплотнения грунтов при уплотнении грунтового основания тяжелыми трамбовками / П.С. Пойта, П.В. Шведовский, Д.Н. Клебанюк // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров в Республике Беларусь: матер. XVIII Межд. науч.-метод. семинара. – ПГУ: Новополоцк, 2012. – С. 189–196.
3. Клебанюк, Д.Н. Особенности процесса распределения давлений и напряжений при уплотнении неоднородных грунтовых оснований тяжелыми трамбовками / Д.Н. Клебанюк, А.Ю. Дроневиц, П.В. Шведовский, П.С. Пойта // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров в Республике Беларусь: матер. XVIII Межд. науч.-метод. семинара. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – С. 239–244.
4. Шведовский, П.В. Влияние конструктивных параметров и особенностей формы подошвы тяжелых трамбовок на формирование свойств грунтов в зоне уплотнения / П.В. Шведовский, П.С. Пойта, Д.Н. Клебанюк // Вестник БрГТУ. – №1: Строительство и архитектура. – 2013. – С. 20–23.
5. Петров, М.С. Опыт уплотнения смеси песчаных и глинистых грунтов на Загорской ГАЭС методом интенсивного ударного уплотнения / М.С. Петров // Минэнерго СССР. – Экспрессинформ. Сер. "Строительство гидроэлектростанций и монтаж оборудования". – 1986. – № 11. – С. 11–15.
6. Григорян, С.С. Об основных представлениях динамики грунтов / С.С. Григорян // ПММ. – Т. 24, вып. 6. – 1960. – С. 27–82.
7. Швеиц, В.Б. Уплотнение грунтов оснований тяжелыми трамбовками / В.Б. Швеиц // Росстройиздат, 1958 – 162 с.
8. Пойта, П.С. Влияние физико-механических свойств уплотняемого грунта на оптимальный диаметр трамбовки / П.С. Пойта // Строительство. – 2003. – № 1-2. – Минск. – С. 243–247.
9. Пойта, П.С. Оптимизация технологических параметров уплотнения грунтов тяжелыми трамбовками / П.С. Пойта // Вестник БГТУ. – № 1: Строительство и архитектура. – 2003. – С. 109–110.
10. Ляпов, Г.М. Определение динамической сжимаемости грунтов / Г.М. Ляпов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1966. – № 3. – С. 27–29.
11. Кандауров, И.И. Механика зернистых сред и ее применение в строительстве / И.И. Кандауров. – Л.: Стройиздат, 1988. – 218 с.
12. Гарицелов, М.Ю. Интенсивное ударное уплотнение насыпи из тугопластичных грунтов при строительстве ГАЭС / М.Ю. Гарицелов, А.И. Юдкевич, М.С. Петров // Энергетическое строительство. – 1986. – № 6. – С. 15–19.
13. Кулижников, А.М. Георадары в дорожном строительстве / А.М. Кулижников, М.А. Шабашова // Автомобильные дороги: обзорная информация / Информавтодор. – 2000. – Вып. 2. – 54 с.
14. Макеечева, И.В. Дорожный рентген. Георадиолокационные исследования при дорожном строительстве и диагностике состояния дорог / И.В. Макеечева // Строит. техника и технологии. – 2001. – № 5. – С. 38–39.
15. Сафонов, Е.А. Опыт и перспективы исследования георадаров для исследования состояния основания автомобильных дорог до глубины 30 м / Е.А. Сафонов // Материалы Межд. науч.-практ. конференции. – Архангельск: Изд. АТТУ, 2002 – С. 50–65.
16. Лаврухин, С.В. Применение георадаров для мониторинговых наблюдений за участками автомобильных дорог / С.В. Лаврухин // Наука и техника в строит. отрасли. – 2006. – № 2. – С. 31–37.

Материал поступил в редакцию 05.02.16

KLEBANYUK D.N., POYTA P.S., SHVEDOVSKY P.V., HUDINSKY S.V. To a question of optimization of constructive and technological parameters of process of consolidation and control of character and extent of consolidation of soil georadar technologies

In article the key constructive and technological parameters providing efficiency of consolidation of the soil bases at minimization of power expenses are analysed. And as practice shows, the most difficult is control of dynamics of change of characteristics of the VAT and structure of the condensed soil on depth of the soil massif.

The applied method of sampling of soil demands huge material and financial expenses, as has caused search of researches in the field of opportunities of georadar technologies.

Experiments have confirmed a possibility of receiving a continuous picture of a structure of the soil massif, extent of layer-by-layer consolidation of soil, existence of not uniformity and that it isn't less important to reduce, from the economic point of view, quantity of points of research of a condition of soil thickness with traditional methods of sounding and sampling. However, researches have also shown that the translation reopadorpamm presents the considerable difficulties connected with the software to parametrical system for today.