



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

**Кафедра «Гидротехническое и энергетическое
строительство»**

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Лабораторный практикум

Часть 1

**Минск
БНТУ
2015**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Гидротехническое и энергетическое строительство»

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Лабораторный практикум
для студентов специальности
1-70 07 01 «Строительство тепловых
и атомных электростанций»

В 2 частях

Часть 1

Минск
БНТУ
2015

УДК 624.042(076.5)

ББК 38.5я7

О-25

Составители:

доцент кафедры «Гидротехническое и энергетическое строительство»

ФЭС БНТУ *К. Э. Повколас*;

старший преподаватель *О. Б. Корбут*

Рецензент *Ф. П. Босовец*

Обследование и испытание сооружений : лабораторный практикум для студентов специальности 1-70 07 01 «Строительство тепловых и атомных электростанций» : в 2 ч. / сост. : *К. Э. Повколас, О. Б. Корбут*. – Минск : БНТУ, 2015– . – Ч. 1. – 2015. – 55 с.
ISBN 978-985-550-394-2 (Ч. 1).

Издание включает в себя две лабораторные работы, знакомящие студентов с методами определения толщины защитного слоя бетона прибором ИПА-МГ4.01 и прочности бетона прибором ИПС-МГ4.03.

УДК 624.042(076.5)

ББК 38.5я7

ISBN 978-985-550-394-2 (Ч. 1)

ISBN 978-985-550-395-9

© Белорусский национальный
технический университет, 2015

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

Цель работы

1. Ознакомиться с методикой определения величины защитного слоя бетона.
2. Изучить устройство и принцип работы прибора ИПА-МГ4.01.
3. Научиться определять величину защитного слоя и расположение оси арматурного стержня.

Электронный измеритель толщины защитного слоя бетона ИПА-МГ4.01

Назначение и область применения

Прибор предназначен для оперативного производственного контроля толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонных изделиях и конструкциях магнитным методом в соответствии с ГОСТ 22904.

Прибор также позволяет определять диаметр арматуры по известной толщине защитного слоя бетона согласно методике ГОСТ 22904.

Область применения прибора – контроль толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры в железобетонных изделиях и конструкциях на предприятиях стройиндустрии и объектах строительства, а также при обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений.

Условия применения должны отвечать следующим требованиям:

- диапазон рабочих температур, °С от –10 до +40;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;

- атмосферное давление, мм рт. ст. 630–800;
кПа 86–106,7.

Прибор соответствует обыкновенному исполнению изделий третьего порядка по ГОСТ 12997 и является рабочим средством измерений.

Технические характеристики

Прибор обеспечивает измерение толщины защитного слоя бетона и определение расположения арматуры в железобетонных изделиях и конструкциях при параметрах армирования согласно ГОСТ 22904:

- для арматуры диаметром от 3 до 5 мм – по ГОСТ 6727;
- арматуры диаметром от 6 до 50 мм класса А-I – по ГОСТ 5781;
- арматуры диаметром от 8 до 50 мм класса А-III – по ГОСТ 5781.

Диапазон измерения толщины защитного слоя, мм:

- при диаметре стержней арматуры 3, 4 и 5 мм – от 3 до 70;
- диаметре стержней арматуры 6, 8 и 10 мм – от 3 до 90;
- диаметре стержней арматуры 12, 14, 16, 18 и 20 мм – от 5 до 110;
- диаметре стержней арматуры 22, 25 и 28 мм – от 5 до 130;
- диаметре стержней арматуры 32, 36 и 40 мм – от 7 до 140.

Предел допускаемой основной погрешности измерения толщины защитного слоя бетона для одиночного арматурного стержня не более

$$\Delta h_{зс} = \pm (0,05h_{зс} + 0,5 \text{ мм}), \text{ мм}, \quad (1.1)$$

где $h_{зс}$ – толщина защитного слоя бетона, мм.

Предел допускаемой основной погрешности измерения толщины защитного слоя бетона для конструкции с перекрестным армированием соответствует значению согласно формуле (1.1) при условии:

- а) толщина защитного слоя бетона $h_{зс}$, мм, не более 140;
- б) шаг продольных стержней, мм, не менее:
- при диаметре стержней от 4 до 10 мм включительно 100;
 - диаметре от 12 до 22 мм включительно 150;
 - диаметре более 22 мм 200;
- в) шаг поперечных стержней диаметром 4 мм при диаметре продольных стержней 10 мм и менее и поперечных стержней диаметром более 4 мм – равным или больше 0,4 номинального диаметра продольных стержней при их диаметре более 10 мм, не менее 150 мм.

При других значениях параметров перекрестного армирования конструкции предел допускаемой погрешности измерения устанавливаются, исходя из индивидуальной градуировочной зависимости.

Предел допускаемой основной погрешности определения расположения оси арматурных стержней от действительного расположения – не более ± 10 мм.

Устройство и принцип работы



Рис. 1.1. Общий вид прибора ИПА-МГ4.01

Принцип работы прибора основан на регистрации изменения комплексного сопротивления преобразователя при взаимодействии электромагнитного поля преобразователя с арматурным стержнем.

На лицевой панели блока электронного размещены цифровой дисплей и клавиатура, предназначенная для управления прибором.

Общий вид прибора ИПА-МГ4.01 приведен на рис. 1.1.

Клавиатура прибора содержит шесть функциональных кнопок и отдельную кнопку включения и выключения питания. Вид и назначение кнопок управления приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1




Вид кнопок управления и их назначение

Вид	Назначение
	Используется только для включения и выключения прибора. Если не нажимались кнопки и не проводились измерения, прибор выключается автоматически через 10 минут
	Используется для перевода прибора из любого режима в основное меню к экрану «Режим»
	Используется для записи в «Архив» результатов измерений, а также для активации мигания изменяемых параметров и фиксации мигающих значений параметра
	Используются для изменения мигающих значений параметра, для выбора режима и для просмотра (перелистывания) содержимого «Архива»
	Используется для юстировки преобразователя
	Используется для выбора режима измерений: <ul style="list-style-type: none"> – измерение защитного слоя – определение диаметра – определение диаметра и защитного слоя, а также в режиме «Градуировка» для выбора номера индивидуальной градуировочной зависимости (И1–И9) и класса арматуры

В верхней части электронного блока находится гнездо для подключения преобразователя и кабеля связи с ПК.

Прибор может находиться в четырех различных режимах:

- измерения с использованием базовых зависимостей, полученных путем градуировочных испытаний горячекатаной арматуры классов А-I (сталь марки Ст.3), А-III (сталь марок 35ГС и 25Г2С) и проволоки из низкоуглеродистой стали холоднотянутой класса Вр-I, а также индивидуальных зависимостей, установленных пользователем;
- градуировки на арматурных стержнях, изготовленных из других марок сталей и по другим технологиям (механически, термомеханически и термически упрочненных);
- просмотре «Архива»;
- передаче архивированных данных на ПК (для прибора ИПА-МГ4.01).

Выбор режима осуществляется из экрана «Режим» кнопками  и  путем перемещения мигающего поля на выбранный режим и его фиксации кнопкой .

Вид экрана «Режим» прибора ИПА-МГ4.01 приведен на рис. 1.2.

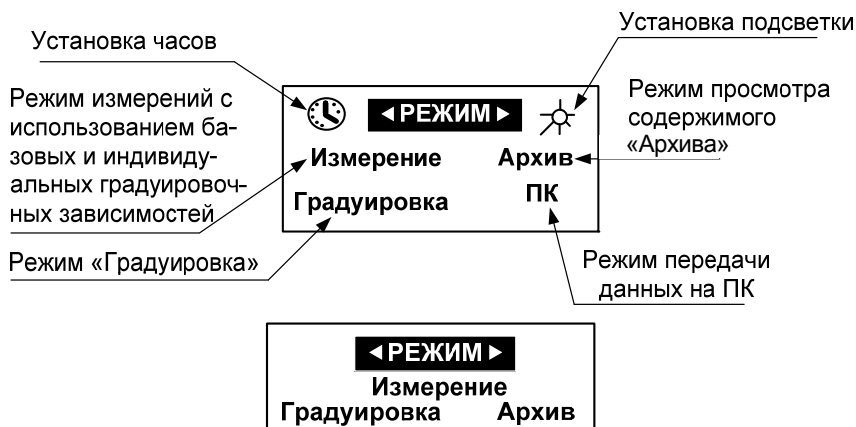


Рис. 1.2. Вид экрана «Режим» прибора ИПА-МГ4

Характеристика режимов и настроек

В *режиме 1* осуществляется измерение толщины защитного слоя бетона с использованием базовых градуировочных зависимостей, установленных путем градуировочных испытаний стандартных образцов горячекатанной арматуры классов Вр-1, А-I и А-III диаметром от 3 до 50 мм.

При включении питания прибор находится в режиме измерения.

Установленная градуировочная зависимость высвечивается в верхней строке дисплея (Вр-I, А-I, А-III – базовые, <И1>...<И9> – индивидуальные, рис. 1.3).

А – III	балка
d = 12 мм	Н = ?
N 013	измерение Н



Рис. 1.3. Вид дисплея при установленных градуировочных зависимостях

На дисплей выводятся установки, применявшиеся при предыдущем включении прибора.

Для ввода других установок (класс контролируемой арматуры, тип контролируемого изделия, иные диаметры арматуры) необходимо кнопкой **ВВОД** вызвать мигание параметра, кнопками **↑** и **↓** установить его значение и зафиксировать кнопкой **ВВОД**, после чего мигающее поле перемещается на следующий параметр.

В приборе предусмотрена возможность маркировки изменений типом контролируемого изделия из ряда:

- | | | |
|-------------------|---------------------|-----------|
| – балка; | – внутренняя стена; | – свая; |
| – колонна; | – плита; | – панель. |
| – блок; | – ригель; | |
| – наружная стена; | – ферма; | |



Для вывода типа изделия на дисплей необходимо кнопкой **ВВОД** вызвать мигание поля верхней строки дисплея. Просмотр типов изделий производится кнопками , , фиксация – кнопкой **ВВОД**.



Маркировка типом изделия не влияет на процесс измерения.

Также в *Режиме 1* осуществляется измерение защитного слоя бетона с использованием одной из девяти индивидуальных градуировочных зависимостей, установленных пользователем.

Перевод прибора в основное меню к экрану «Режим» производится нажатием кнопки **РЕЖИМ**.

В *Режиме 2* осуществляется просмотр содержимого «Архива» результатов измерений.



Для перевода прибора в *Режим 2* необходимо нажатием кнопки **РЕЖИМ** перевести прибор к экрану «Режим», кнопками ,  переместить мигающее поле на пункт «Архив» и нажать кнопку **ВВОД**.

Просмотр содержимого «Архива» производится кнопками , . Возврат в основное меню к экрану «Режим» производится кнопкой **РЕЖИМ**.

В *Режиме 3* производится передача результатов измерений из «Архива» в ПК для дальнейшей обработки.



Для перевода прибора в *Режим 3* необходимо кнопкой **ВВОД** вызвать мигание параметра, установив поле на пункт «ПК». Возврат в основное меню к экрану «Режим» производится кнопкой **РЕЖИМ**.



В *Режиме 4* производится ввод характеристик индивидуальных градуировочных зависимостей, установленных пользователем.

Для перевода прибора в *Режим 4* необходимо нажатием кнопки **РЕЖИМ** перевести прибор к экрану «Режим», кнопками  ,  переместить мигающее поле на пункт «Градуировка» и нажать кнопку **ВВОД**.

Возврат в основное меню к экрану «Режим» производится кнопкой **РЕЖИМ**.

Настройки прибора ИПА-МГ4.01 включают:

- установку календаря и часов реального времени (символ );
- включение и отключение подсветки дисплея (символ .

Для перевода прибора в режим установки часов мигающее поле установить на символ . Для перевода прибора в режим включения/отключения подсветки необходимо установить мигающее поле на символ .

Возврат в основное меню к экрану «Режим» производится кнопкой **РЕЖИМ**.

Меры безопасности

К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при неразрушающем контроле бетонных и железобетонных изделий на предприятиях стройиндустрии, стройках и при обследовании зданий и сооружений.

Дополнительные мероприятия по технике безопасности, связанные со спецификой проведения контроля, должны быть предусмотрены в технологических картах (картах контроля).

Подготовка прибора к работе

Для выполнения измерений необходимо кабель преобразователя подключить к прибору с помощью соединительного разъема. Удалить преобразователь от металлических предметов на расстояние не менее 500 мм и включить питание прибора.

При включении питания дисплей прибора имеет вид, приведенный в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Вид дисплея и необходимые действия при включении прибора

Номер действия	Вид дисплея	Действия
1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Юстировка Преобразователя: нажать кнопку «М»</p> </div>	Нажатием кнопки М выполнить юстировку преобразователя, при этом дисплей имеет вид действия 2
2	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Юстировка преобразователя: 0998</p> <p>А – III балка</p> <p>d = 12мм Н = ?</p> <p>N 013 измерение Н</p> </div>	По окончании юстировки раздается звуковой сигнал и на дисплее высвечивается информация о готовности прибора к работе в режиме последнего измерения, например в режиме измерения защитного слоя бетона «Н»

При необходимости юстировка преобразователя может производиться в процессе измерений, для чего нажатием кнопки **M** следует перевести прибор к экрану «Юстировка» и повторно нажать кнопку **M**, удалив преобразователь от металлических предметов.

Юстировку рекомендуется производить через каждые 20–30 минут непрерывной работы прибора.

При других значениях диаметра и класса арматуры необходимо нажатием кнопки **ВВОД** вызвать мигание класса арматуры и кнопками **↑**, **↓** установить требуемый (Вр-I, А-I, А-III или И1–И9) и зафиксировать выбор кнопкой **ВВОД**, при этом мигающее поле перемещается на тип контролируемого изделия.

Кнопками **↑**, **↓** и **ВВОД** выбрать тип изделия, после чего мигающее поле перемещается на диаметр контролируемой арматуры.

Кнопками **↑**, **↓** и **ВВОД** установить требуемый диаметр.

Приближением преобразователя к металлическим предметам проверить работоспособность прибора, при этом индицируемое прибором значение цифрового кода должно уменьшаться (кнопка **ИЗМЕРЕНИЕ** на преобразователе должна быть нажата).

Порядок работы при определении оси арматурного стержня

Определение оси арматурного стержня может производиться в любом режиме работы прибора независимо от диаметра «*d*» или величины защитного слоя «*H*», введенных в память прибора ранее.

Далее преобразователь необходимо установить на поверхность контролируемого изделия, нажать и удерживать кнопку **ИЗМЕРЕНИЕ** и, плавно перемещая преобразователь из стороны в сторону, поворачивая вокруг вертикальной оси, добиться минимального значения цифрового кода в правой части дисплея и максимального уровня звукового сигнала, при этом дальнейшее перемещение преобразователя не влияет на изменение значения цифрового кода (прибор запомнил положение *Преобразователя* при минимальном защитном слое бетона, рис. 1.4).

Поиск арматуры:
780 → 734

Рис. 1.4. Вид дисплея при фиксации минимального цифрового кода в правой его части

Затем, обращая внимание на цифровой код в левой части дисплея, продолжить перемещение преобразователя до тех пор, пока цифровые коды не совпадут. При этом ось преобразователя совпадет с осью арматурного стержня (рис. 1.5).

Поиск арматуры:
735 → 735

Рис. 1.5. Вид дисплея в момент совпадения оси преобразователя с осью арматурного стержня (цифровые коды совпали)

На поверхности бетона отметить положение оси арматурного стержня, ориентируясь по рискам на торцах преобразователя.

Порядок работы в режиме измерения защитного слоя бетона «Н»

Определить ось арматурного стержня, для чего преобразователь установить на поверхность контролируемого изделия, нажать и удерживать кнопку **ИЗМЕРЕНИЕ** и, плавно перемещая преобразователь из стороны в сторону, поворачивая вокруг вертикальной оси, добиться минимального значения цифрового кода в правой части дисплея и максимального уровня звукового сигнала, при этом дальнейшее перемещение преобразователя не влияет на изменение значения цифрового кода (прибор запомнил положение преобразователя при минимальном защитном слое бетона, рис. 1.6).

Поиск арматуры:
780 → 734

Рис. 1.6. Вид дисплея при фиксации минимального цифрового кода в правой его части

Затем, обращая внимание на цифровой код в левой части дисплея, продолжить перемещение преобразователя до тех пор, пока цифровые коды не совпадут. При этом ось преобразователя совпадет с осью арматурного стержня (рис. 1.7).

Поиск арматуры:
735 → 735

Рис. 1.7. Вид дисплея в момент совпадения оси преобразователя с осью арматурного стержня (цифровые коды совпали)

По окончании измерения отпустить кнопку **ИЗМЕРЕНИЕ**, при этом на дисплее высвечивается значение измеренного за-

щитного слоя «Н» и введенные ранее значения класса, диаметра арматуры «d» и типа изделия. При необходимости сохранения измеренного значения в архиве нажать кнопку **ВВОД**. Вид дисплея приведен на рис. 1.8.

A – III	изделие
d = 10мм	H=32,3мм
N 001	ВВОД-сохранитель

Рис. 1.8. Вид дисплея по окончании измерения

Порядок работы при определении диаметра арматуры «d»

Нажатием кнопки **d/n** перевести прибор в режим определения диаметра арматуры, после чего дисплей имеет вид, приведенный на рис. 1.9.

A – III	изделие
d = ?	H=30мм
N 013	измерение d

Рис. 1.9. Вид дисплея при измерении диаметра арматуры

Для изменения значений класса арматуры, типа изделия и защитного слоя «Н», необходимо нажатием кнопки **ВВОД** вызвать мигание класса арматуры, затем кнопками **↑**, **↓** и **ВВОД** установить требуемый класс (например А-III), тип изделия и величину защитного слоя бетона (например 34 мм).

Выполнить измерение, для чего преобразователь установить на поверхность контролируемого изделия, нажать и удерживать кнопку **ИЗМЕРЕНИЕ** и, плавно перемещая преобразователь из стороны в сторону, поворачивая вокруг вертикальной оси, добиться минимального значения цифрового кода в правой части дисплея и максимального уровня звукового сигнала, при этом дальнейшее перемещение преобразователя не влияет на изменение значения цифрового кода (прибор запомнил положение преобразователя при минимальном защитном слое бетона, см. рис. 1.6).

Затем, обращая внимание на цифровой код в левой части дисплея, продолжить перемещение преобразователя до тех пор, пока цифровые коды не совпадут. При этом ось преобразователя совпадет с осью арматурного стержня (см. рис. 1.7). По окончании измерения отпустить кнопку **ИЗМЕРЕНИЕ**, при этом на дисплее высвечивается значение диаметра «d», а также введенные ранее значения класса арматуры, защитного слоя «Н» и тип изделия (рис. 1.10).

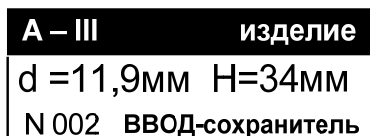


Рис. 1.10. Вид дисплея при окончании измерения

При необходимости сохранения измеренного значения в «Архиве» нажать кнопку **ВВОД**.

Порядок работы при определении защитного слоя бетона «Н» и диаметра арматуры «d» (при неизвестных значениях)

Нажатием кнопки **d/n** перевести прибор в режим определения диаметра арматуры и защитного слоя бетона, после чего дисплей имеет вид, приведенный на рис. 1.11.

A – III	изделие
d = ?	H = ?
N 013 измерение d и H	

Рис. 1.11. Вид дисплея в начале измерения

Выполнить измерения, для чего преобразователь установить на поверхность контролируемого изделия, нажать, удерживая, кнопку **ИЗМЕРЕНИЕ** и, плавно перемещая преобразователь из стороны в сторону, поворачивая вокруг вертикальной оси, добиться минимального значения цифрового кода в правой части дисплея и максимального уровня звукового сигнала, при этом дальнейшее перемещение преобразователя не влияет на изменение значения цифрового кода (прибор запомнил положение преобразователя при минимальном защитном слое бетона, см. рис. 1.6).

Затем, обращая внимание на цифровой код в левой части дисплея, продолжить перемещение преобразователя до тех пор, пока цифровые коды не совпадут. При этом ось преобразователя совпадет с осью арматурного стержня (см. рис. 1.7).

На поверхности бетона отметить положение оси арматурного стержня, ориентируясь по рискам на торцах преобразователя. Дисплей имеет вид, приведенный на рис. 1.12.

**Установите
прокладку!**

Рис. 1.12. Вид дисплея при определении положения арматурного стержня

Выполнить измерения, установив между преобразователем и поверхностью контролируемого изделия прокладку толщиной 20 мм (входит в комплект поставки), совместив риски на торцах преобразователя с отметками, нанесенными на поверх-

ность изделия. По окончании измерений на дисплее высвечиваются значения «d» и «Н», а также введенные ранее класс арматуры и тип изделия. При необходимости сохранения результата измерений в «Архиве» нажать кнопку **ВВОД**.

Порядок работы в режиме «Архив»

В данном режиме производится просмотр результатов измерений, архивированных в процессе эксплуатации прибора. Объем конечных результатов, архивируемых прибором ИПА-МГ4.01, – 999 значений, объем конечных результатов, архивируемых прибором ИПА-МГ4, – 200 значений.

Просмотр содержимого архива может производиться в любое время, для чего нажатием кнопки **РЕЖИМ** необходимо войти в основное меню, к экрану «Режим». Дисплеи приборов при этом имеют вид, приведенный на рис. 1.13.



Рис. 1.13. Вид дисплея при работе в режиме «Архив»

Кнопками **↑**, **↓** установить мигающее поле на пункт «Архив» и нажать кнопку **ВВОД**. На дисплее высвечивается экран *Архива* для последнего результата измерения, например № 012. Просмотр результатов измерений № 001–012 производится поочередным нажатием кнопок **↑**, **↓**. Возврат в основное меню к экрану «Режим» производится нажатием кнопки **РЕЖИМ**.

Порядок работы в режиме «ПК»

Порядок работы и вид дисплея в режиме «ПК» приведен в табл. 1.3. Программа для передачи данных предназначена для работы совместно с приборами ИПА-МГ4.01 фирмы СКБ «Стройприбор» и позволяет передавать данные, записанные в архив прибора, на компьютер. После установки программа будет доступна в меню «Пуск»–«Программы»–«Стройприбор»–«Прием данных».

Таблица 1.3

Порядок работы в режиме «ПК»

Вид дисплея	Действия
 <p>Измерение Архив Градуировка ПК</p>	<p>Перевести прибор в режим передачи данных из архива прибора в ПК, для чего нажатием кнопки РЕЖИМ перевести прибор в основное меню к экрану «Режим»</p>
 <p>Работа с ПК передача данных</p>	<p>Кнопками  ,  переместить мигающее поле на пункт «ПК» и нажати-ем кнопки ВВОД активировать режим</p>

Данная программа предназначена:

- для просмотра данных и занесения служебной информации в поле «Примечание» для каждого измерения;
- сортировки по любой графе таблицы;
- распечатки отчетов;
- дополнения таблиц из памяти прибора (критерий: дата последней записи в таблице);
- экспорта отчетов в Excel.

Для работы с данными необходимо включить компьютер и запустить программу «Пуск»–«Программы»–«Стройприбор»–«Прием данных». Подключить прибор к ПК. По окончании процесса определения прибора компьютером необходимо войти в раздел меню «Операции» и активировать строку «Считать архив», щелкнув по ней левой кнопкой мыши. На экране в табличном виде отобразятся данные, считанные из «Архива» прибора.

Далее следует сформировать свою таблицу необходимыми данными методом простого перетаскивания результатов (строк) с нажатой и удерживаемой левой кнопкой мыши из таблицы «Прием данных» в «Таблицу 1».

Теперь можно:

- удалить ненужные данные;
- добавить примечание;
- экспортировать результаты в Excel;
- распечатать отчет.

Подробное описание работы с программой находится в файле справки «Пуск»–«Программы»–«Стройприбор»–«Помощь»–«Прием данных».

Если во время передачи данных произошел сбой, на экране ПК появляется сообщение: «Прибор не обнаружен. Проверьте правильность подключения прибора согласно инструкции и убедитесь, что прибор находится в режиме связи с ПК». В этом случае необходимо проверить подключение прибора, целостность кабеля и работоспособность СОМ-порта компьютера, к которому подключен прибор, и повторить процесс запуска программы.

Порядок работы в режиме «Градуировка»

В режиме «Градуировка» в программное устройство прибора производится занесение характеристик индивидуальных градуировочных зависимостей, установленных пользователем по результатам испытаний образцов арматуры, имеющей иные магнитные свойства (иная марка стали, наличие термической или термомеханической обработки).

Данный режим необходим для учета магнитных свойств арматуры, прокатываемой из сталей марок Ст. 3, Ст. 4 и Ст. 5, термомеханически упрочненной до классов А400С, А500С, Ат500С соответственно. Основные механические характеристики этой арматуры соответствуют арматуре класса А-III из сталей 35ГС и 25Г2С, однако их магнитные свойства отличаются, что может приводить к существенной погрешности при определении защитного слоя бетона приборами, основанными на магнитном методе по ГОСТ 22904.

По данным НИИЖБ, такая арматура производится на ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат», ОАО «Криворожский горно-металлургический комбинат «Криворожсталь», ОАО «Северсталь», РУЛ «Белорусский металлургический завод». Арматура поставляется с серповидным периодическим профилем по ГОСТ 10884.

В приборе предусмотрена возможность записи характеристик девяти индивидуальных градуировочных зависимостей. При поставке прибора в ячейки И1 и И2 введена базовая зависимость «А-I», в ячейки И3–И9 введена базовая зависимость «А-III», в связи с чем занесение индивидуальных градуировочных зависимостей заключается в корректировке базовой зависимости путем ввода коэффициента совпадения K_0 , вычисляемого прибором.

Для градуировки прибора необходимо включить питание прибора и выполнить операции по установке режима «*Градуировка*», после чего индикатор имеет вид, приведенный на рис. 1.14.

И3	А - III
d = 16мм	H = 20мм
$K_0 = - - -$	

Рис. 1.14. Вид дисплея в режиме «*Градуировка*»

При необходимости изменения номера ячейки и класса арматуры нажать кнопку **d/h**, вызвав мигание номера ячейки, кнопками **↑**, **↓** выбрать номер свободной ячейки, например И4, и зафиксировать выбор кнопкой **ВВОД**.

Мигающее поле перемещается на класс арматуры. Кнопками **↑**, **↓** установить требуемый класс (подвергаемый испытаниям), например А-IV, и зафиксировать кнопкой **ВВОД**.

Для установки иного диаметра арматуры d и толщины прокладки H , с которой будут проводиться испытания, необходимо нажатием кнопки **ВВОД** вызвать мигание «d», кнопками **↑**, **↓** установить требуемый диаметр, например 16 мм, и зафиксировать кнопкой **ВВОД**.

Мигающее поле перемещается на толщину прокладки H . Аналогично кнопками **↑**, **↓** и **ВВОД** установить толщину, например 30 мм. Прибор готов к уточнению базовой градуировочной зависимости (И4) на арматуре класса А-IV диаметром 16 мм в точке, соответствующей толщине защитного слоя бетона 30 мм (рис. 1.15).

И4	А - IV
d = 16мм	H = 30мм
K ₀ = ---	

Рис. 1.15. Уточнение базовой градуировочной зависимости

Далее необходимо провести испытания арматуры, для чего преобразователь установить на стол так, чтобы кнопка **ИЗМЕНЕНИЕ** находилась внизу (как показано на рис. 1.16).

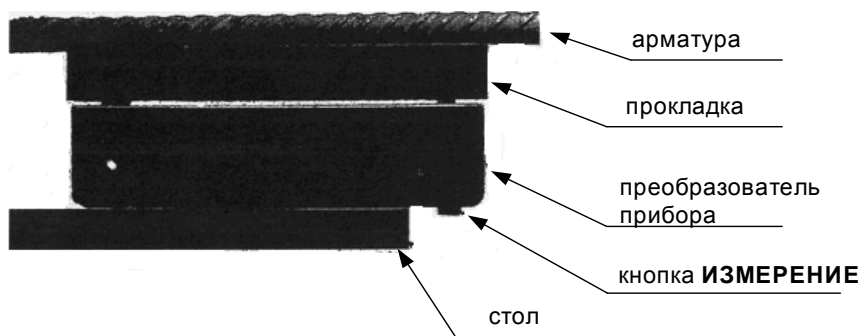


Рис. 1.16. Схема установки для испытания арматуры

Положить на преобразователь прокладку, а на нее – арматурный стержень, обеспечив соосность осей преобразователя и стержня, и на преобразователе нажать кнопку **ИЗМЕРЕНИЕ**, после чего дисплей имеет вид, приведенный на рис. 1.17.

Базовый код:	566
Измеренный код:	332
$K_0 =$	0,650

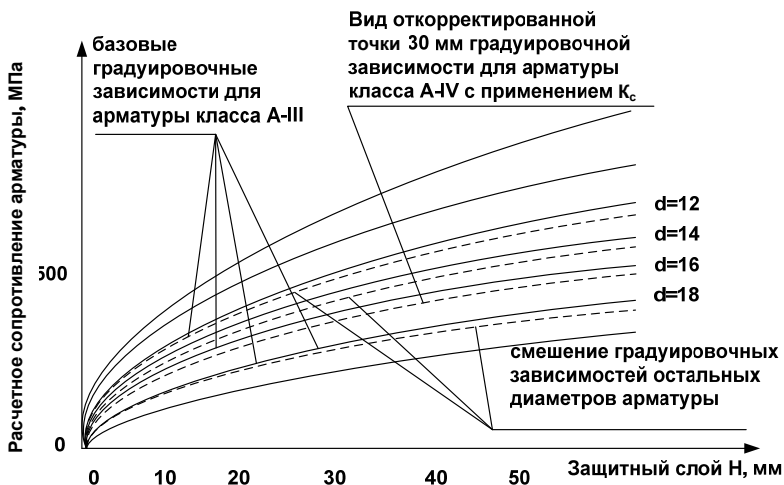
Рис. 1.17. Вид дисплея при измерении

Нажатием кнопки **ВВОД** подтвердить полученный коэффициент совпадения K_0 (при необходимости мигающее значение K_0 может быть изменено кнопками **↑**, **↓**). Дисплей имеет вид, приведенный на рис. 1.18.

И4	A - IU
d = 16мм	H = 30мм
$K_0 =$	0,87

Рис. 1.18. Вид дисплея при подтверждении коэффициента совпадения

Вид нового семейства градуировочных зависимостей, полученных после корректировки $d = 16$ мм в точке $H = 30$ мм, приведен на рис. 1.19.



1.19. Графическое отображение установленной в точке $H = 30$ мм градуировочной зависимости для $d = 16$ мм класса А-IV

Длина стержней, подвергаемых испытаниям, должна быть не менее 600 мм. Размеры прокладок должны быть кратны 5 и 10 мм, а толщина в плане $35...40 \times 160...170$ мм, материал прокладок – немагнитный (оргстекло, эбонит, текстолит, дерево и т. д.).

Установление и запись в программное устройство прибора новой градуировочной зависимости для каждого из диаметров арматуры заключается в проведении испытаний с применением прокладок, имеющих толщину 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 мм и более (кратно 5 и 10 мм), что позволяет построить кусочно-линейную зависимость, обеспечивающую выполнение измерений с минимальной погрешностью.

Чем больше точек градуировки (защитных слоев и диаметров) получено при построении градуировочных зависимостей, тем выше точность измерений.

Установленные в ячейках И1–И9 индивидуальные градуировки в дальнейшем могут корректироваться и меняться пользователем по его усмотрению.

Возврат индивидуальных градуировок, установленных пользователем в ячейках И1–И9, к исходным (базовым) осуществляется путем возврата коэффициента совпадения K_0 к нулевым значениям ($K_0 = 0,00$).

При обследовании конструкций, когда нет образцов арматуры, уточнение градуировочной зависимости следует производить после вскрытия арматуры и измерения штангенциркулем ее диаметра и защитного слоя бетона. В случае коррозии арматуры оценивают остаточную площадь поперечного сечения и соответствующий диаметр.

Если измеренный защитный слой не кратен 5 и 10 мм, например 37 мм, необходимо установить преобразователь по оси арматуры через прокладку толщиной 3 мм и ввести значение $H = 40$ мм.

Порядок выполнения работы

1. Изучить основные методы определения защитного слоя бетона.
2. Ознакомиться с устройством прибора ИПА-МГ4.01.
3. В соответствии с заданием преподавателя подготовить исходные данные для измерения защитного слоя бетона с использованием лабораторного стенда.
3. С помощью прибора ИПА-МГ4.01 произвести измерения защитного слоя и определить расположение арматуры с использованием лабораторного стенда.
4. Составить отчет о проведенных измерениях.

Контрольные вопросы

1. Какой нормативный документ регламентирует порядок определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры магнитным методом?

2. Назовите область применения прибора ИПА-МГ4.01.
3. Опишите устройство и принцип работы прибора.
4. Дайте характеристику режимов и настроек прибора.
5. Какова последовательность подготовки прибора к работе?
6. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при производстве измерений?
7. Опишите порядок работы при определении оси арматурного стержня.
8. Каков порядок работы в режиме измерения защитного слоя бетона?
9. Опишите порядок работы при определении диаметра арматуры.
10. Каков порядок работы в режиме «Градуировка»?

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МЕТОДОМ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА

Цель работы

1. Ознакомиться с методикой определения прочности бетона методом ударного импульса.
2. Изучить устройство и принцип работы прибора ИПС-МГ4.03.
3. Изучить порядок контроля прочности кубов бетона с использованием базовых и индивидуальных градуировочных зависимостей.

Общая часть

Изменчивость свойств исходных материалов, погрешности испытательного оборудования, изменения технологических параметров в процессе изготовления конструкций и многое дру-

гое приводит к тому, что прочность бетона обладает статистической изменчивостью. Это значит, что изготовленные из одного и того же состава бетона и испытанные на сжатие для контроля прочности образцы покажут результаты, отличающиеся друг от друга. Аналогично и арматурные образцы из одной и той же стали при испытаниях будут иметь отличающиеся друг от друга результаты.

Ранее за основную характеристику бетона принимали среднюю прочность бетонных кубов стандартного размера. Эта прочность называлась маркой. Например, марка бетона 200 (М200) означала, что кубы из этого бетона при испытаниях на прессе должны выдержать в среднем 200 кг/см^2 . Такой довольно простой и понятный способ определения основной характеристики бетона в то же время не учитывал такого важного показателя, как разброс результатов испытаний. Получалось, что бетон с однородными (близкими друг к другу) показателями приравнивался к бетону неоднородному, если их средняя прочность оказывалась одинаковой. Такой подход вел к тому, что конструкции, изготовленные из бетона одной и той же марки, могли иметь разную надежность. Учет однородности материала, который заложен в современные нормативные документы, при проектировании конструкций и сооружений обеспечивается тем, что в качестве основной характеристики принята не марка бетона, а класс.

Класс бетона представляет прочность стандартных кубов, полученную с обеспеченностью 0,95. Установить класс бетона по результатам испытаний кубов бетона помогает теория вероятности.

Считается, что распределение контрольных результатов при достаточно большом количестве образцов (кубов или арматурных стержней) будет подчиняться закону нормального распределения. Из курса математики известно, что ряд величин соответствует закону нормального распределения, если их плотность вероятности подчиняется зависимости

$$f(R) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(R_i - R_m)^2}{2\sigma^2}\right],$$

где R_i – контролируемая величина (в нашем случае – прочность бетона в i -й точке), полученная в результате испытаний;

R_m – среднее значение контролируемых величин;

σ – среднее квадратическое отклонение, определяемое по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^m (R_i - R_m)^2}{m}},$$

где m – количество полученных контролируемых величин в рассматриваемом ряду.

На рис. 2.1 показан характер кривых нормального распределения $f(R)$, $f_1(R)$, $f_2(R)$ прочностей бетонов, обладающих одинаковой средней прочностью $R_m = 200 \text{ кг/см}^2$, но имеющих различные среднее квадратические отклонения $\sigma = 27 \text{ кг/см}^2$; $\sigma_1 = 50 \text{ кг/см}^2$; $\sigma_2 = 20 \text{ кг/см}^2$ и соответственно различные коэффициенты вариации $\mu = 0,135$; $\mu_1 = 0,25$; $\mu_2 = 0,1$.

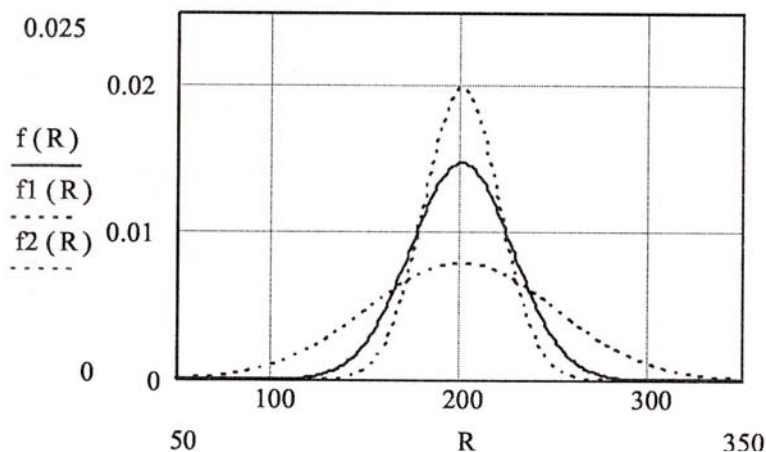


Рис. 2.1. Распределению прочностей бетона с одной средней прочностью, но с различными показателями однородности

В каждом случае суммарная плотность вероятностей равна единице, т. е. площадь под кривой распределения

$$\int_0^{\infty} f(R)dR = 1.$$

Значение прочности с обеспеченностью 0,95, определяющей класс бетона, разделяет область плотностей вероятностей на две части с площадью 0,05 и 0,95. Следовательно, для нахождения класса бетона необходимо решить уравнение относительно R :

$$\int_0^B f(R)dR = 0,05 \quad \text{или} \quad \int_0^{\infty} f(R)dR = 0,95. \quad (2.1)$$

Связь между средней прочностью R_m и полученным значением класса можно представить в виде

$$B = R_m - \chi\sigma. \quad (2.2)$$

Решая уравнение (2.1), можно убедиться, что величина χ в уравнении (2.2) зависит только от принятого уровня обеспеченности. Так, для гарантированной прочности бетона с обеспеченностью 0,95 величина $\chi = 1,64485$. В нормативных документах эту величину обычно округляют и принимают равной 1,64.

Из (2.2) видно, что значение B зависит от σ – среднеквадратического отклонения, отражающего однородность результатов измерения. Следовательно, в отличие от средней прочности класс бетона учитывает однородность испытываемого материала. Поэтому значения прочности с обеспеченностью 0,95 для кривых, показанных на рис. 2.1, будут различны и равны $f(R)$, $f_1(R)$ и $f_2(R)$ соответственно: 155,5; 117,7 и 167,1 кг/см².

Класс бетона выражается не в килограммах на сантиметр квадратный, а в мегапаскалях. Обозначение В15 говорит о том,

что прочность стандартных кубов из данного бетона с обеспеченностью 95 % равна 15 МПа.

Из приведенных выше примеров можно сделать вывод, что контрольные значения, определяющие $f(R)$ и $f_2(R)$, несколько выше класса В15, в то время как $f_1(R)$ соответствует классу только В10. Класс бетона по СНБ 5.03.01 «Бетонные и железобетонные конструкции» с буквой «С» и ранее действующий в Беларуси с буквой «В» имеет общую цифру в обозначении. К примеру, С16/20 соответствует В20. В данном случае 20 МПа – это **сопротивление бетона осевому сжатию нормативное** f_{ck} .

Сопротивление бетона осевому сжатию нормативное f_{ck} – сопротивление осевому сжатию призм или цилиндров, определенное с учетом статистической изменчивости при обеспеченности 0,95, которое допускается принимать равным $0,8f_{c, cube}^G$.

Прочность бетона на осевое сжатие, гарантированная $f_{c, cube}^G$ – прочность, определяемая при осевом сжатии кубов размером $150 \times 150 \times 150$ мм с учетом статистической изменчивости при обеспеченности 0,95, гарантируемая производителем в соответствии с действующими стандартами.

В соответствии с СТБ 2264 «Испытание бетона. Неразрушающий контроль прочности» фактический (условный) класс бетона допускается определять нестатическим методом.

При этом условный класс бетона $B_{усл}$ рассчитывают по формуле

$$B_{усл} = 0,8f_{c, cube, F},$$

где $f_{c, cube}$ – средняя фактическая кубиковая прочность бетона на сжатие;

и производят его сравнение на соответствие гарантированной прочности $B_{норм}$:

$$B_{усл} \geq B_{норм},$$

где $B_{норм} = f_{c, cube}^G$.

Не разрушающий контроль прочности бетона

В данной лабораторной работе даны описание и порядок использования электронного измерителя прочности бетона ИПС-МГ4.03 (рис. 2.2), приводятся методы контроля прочности материалов и другие сведения, необходимые для нормальной эксплуатации прибора.



Рис. 2.2. Общий вид прибора ИПС-МГ4.03

Прибор предназначен для измерения прочности бетона методом ударного импульса в соответствии с ГОСТ 22690–88. Прибор позволяет также оценивать физико-механические свойства строительных материалов в образцах и изделиях (прочность, твердость, упругопластические свойства), выявлять неоднородности, зоны плохого уплотнения и др.

Область применения прибора – неразрушающий контроль прочности бетона железобетонных конструкций зданий и сооружений в процессе их производства и эксплуатации.

Прибор может эксплуатироваться при температурах от минус 20 до плюс 50 °С, с относительной влажностью воздуха до 95 %, атмосферном давлении от 630 до 800 мм рт. ст. (86–106,7 кПа).



Устройство и принцип работы прибора ИПС-МГ4.03

На лицевой панели блока электронного (см. рис. 2.2) размещены графический индикатор и клавиатура, предназначенная для управления прибором. Клавиатура прибора содержит семь функциональных кнопок и отдельную кнопку включения и выключения источника питания. Назначение кнопок приведено в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Кнопки управления прибора ИПС-МГ4.03

Кнопка	Назначение
	Используется только для включения и выключения прибора. Если не нажимались кнопки и не проводились измерения, прибор выключается автоматически через 10 минут
	Используется для перевода прибора из любого из режимов в основное меню к экранам «Выбор режима» и «Настройки»
	Используется для обработки и записи в «Архив» результатов измерений, а также для активации мигания изменяемых параметров и фиксации мигающих значений параметра, а также для просмотра дополнительной информации в режиме <i>«Архив»</i>
	Используются для изменения мигающих значений параметра, для выбора режима и просмотра (перелистывания) содержимого «Архива»
	Используется в режиме измерений для вывода на индикатор типа контролируемого изделия, а также для исключения ошибочного замера и при просмотре «Архива» для вывода на индикатор промежуточных значений прочности

Кнопка	Назначение
	Используется для выбора направления удара бойка преобразователя по поверхности испытываемого изделия и в режиме «Градуировка» для ввода значения K_c
	Используется в режиме измерений для корректировки любой из девяти базовых зависимостей в соответствии с прил. 9 ГОСТ 22690 и в режиме «Градуировка» для записи индивидуальных зависимостей, установленных пользователем. Активирует и фиксирует установленное значение K_c

В верхней части блока электронного находится гнездо для подключения преобразователя и отверстие для доступа к регулировочному элементу.




Прибор может находиться в пяти различных режимах:

- измерения с использованием базовых зависимостей;
- измерения с использованием индивидуальных зависимостей, установленных пользователем;
- просмотра архива;
- передачи архивированных данных на ПК;
- настройки.

В режиме настройки предусмотрена возможность:

- записи индивидуальных зависимостей;
- установки календаря и часов реального времени;
- выбора коэффициента вариации для вычисления класса В бетона;
- включения либо отключения подсветки дисплея;
- выбора режима архивирования.

Выбор режима работы прибора

Для выбора режима работы прибора необходимо из экранов «Выбор режима» и «Настройки» кнопками ,  переместить мигающее поле на выбранный режим (настройку) и зафиксировать кнопкой  (рис. 2.3).

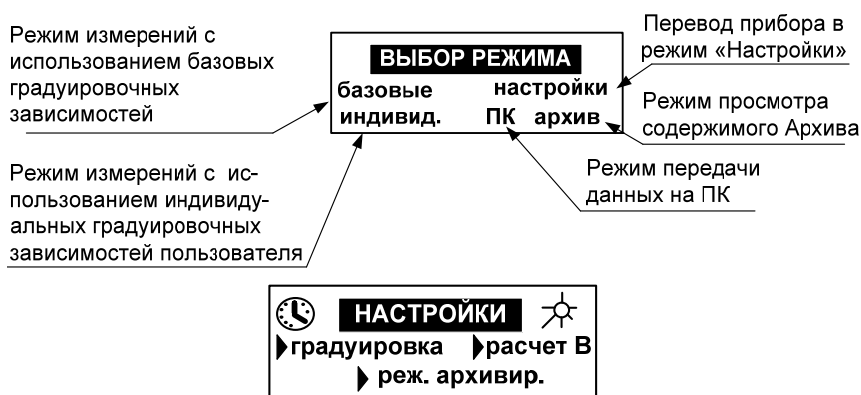


Рис. 2.3. Выбор режима работы прибора

Характеристика режимов

В *Режиме 1* осуществляется контроль прочности бетона с использованием одной из девяти записанных в программном устройстве прибора базовых градуировочных зависимостей, учитывающих вид бетона и крупного заполнителя:

- тяжелый бетон на граните;
- тяжелый бетон на известняке;
- тяжелый бетон на гравии;
- тяжелый бетон на граншлаке;
- мелкозернистый бетон;
- керамзитобетон;
- шлакопемзобетон;

- кирпич силикатный;
- кирпич керамический.

При включении питания прибор находится в режиме измерения. Установленная градуировочная зависимость высвечивается в верхней строке индикатора (рис. 2.4). На индикатор выводятся установки, применявшиеся при предыдущем включении прибора.

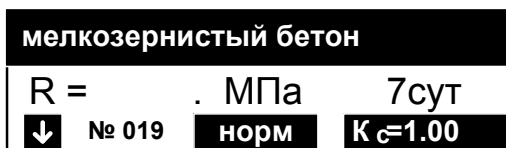







Рис. 2.4. Вид верхней строки индикатора

Для ввода иной градуировочной зависимости необходимо нажатием кнопки **ВВОД** вызвать мигание верхней строки индикатора, кнопками **↑**, **↓** выбрать требуемую градуировочную зависимость (по виду контролируемого бетона и крупного заполнителя) и зафиксировать кнопкой **ВВОД**, при этом мигание перемещается на режим твердения бетона НОРМ/ТВО.

Для указания режима твердения бетона нажатием кнопок **↑**, **↓** выбрать режим твердения бетона и зафиксировать кнопкой **ВВОД**, при этом мигание перемещается на возраст контролируемого бетона.





Выбор возраста бетона производится нажатием кнопок **↑**, **↓**. Необходимо выбрать предполагаемый возраст контролируемого бетона – 7, 28, 100 суток для бетона нормально-го твердения или 1, 28, 100 суток для бетона, подвергнутого термической обработке, и зафиксировать кнопкой **ВВОД**.


Выбор направления удара осуществляется нажатием кнопки .

Коэффициент K_c вычисляется в соответствии с прил. 9 ГОСТ 22690. Для ввода значения K_c необходимо кнопкой  вызвать мигание параметра, кнопками ,  установить его значение и зафиксировать кнопкой .





В приборе также предусмотрена возможность «маркировки» измерений типом контролируемого изделия из ряда:

- | | | |
|----------------------|---------------------|----------|
| – балка; | – наружная стена; | – ферма; |
| – колонна; | – внутренняя стена; | – полы; |
| – фундаментный блок; | – плита; | – свая. |
| – стяжка; | – ригель; | |

Вывод типа изделия на индикатор производится кнопкой  одновременно с выбором градуировочной зависимости (вида бетона и заполнителя) при мигающем поле верхней строки индикатора. Просмотр типов изделий производится кнопками , , фиксация – кнопкой .





Возврат в основное меню производится нажатием кнопки .



В *Режиме 2* осуществляется контроль прочности бетона с использованием одной из 20 индивидуальных градуировочных зависимостей, установленных пользователем.

Для перевода прибора в *Режим 2* необходимо нажатием кнопки  перевести прибор в основное меню к экрану «Выбор режима», кнопками ,  переместить мигающее поле на пункт «Индивид.» и нажать кнопку .

Для выбора номера зависимости (< 01 >...< 20 >) нажатием кнопки **ВВОД** вызвать мигание поля <...>, кнопками **ВВОД** установить требуемый номер зависимости и зафиксировать кнопкой **ВВОД**. Возврат в основное меню к экрану «Выбор режима» производится кнопкой **РЕЖИМ**.

В *Режиме 3* осуществляется просмотр содержимого архива результатов измерений.

Для перевода прибора в *Режим 3* необходимо нажатием кнопки **РЕЖИМ** перевести прибор к экрану «Выбор режима», кнопками  ,  переместить мигающее поле на пункт «Архив» и нажать кнопку **ВВОД**. Затем, по миганию, кнопками ,  и **ВВОД** выбрать группу архива «Базовые» или «Индивид.».

Просмотр содержимого архива производится кнопками , , расширение экрана – кнопкой **ВВОД**.

Возврат в основное меню к экрану «Выбор режима» производится кнопкой **РЕЖИМ**.


В *Режиме 4* производится передача результатов измерений из архива в ПК для дальнейшей обработки. Для перевода прибора в *Режим 4* необходимо установить мигающее поле на пункт «ПК».

Возврат в основное меню к экрану «Выбор режима» производится кнопкой **РЕЖИМ**.

В *Режиме 5 «Настройки»* производится ввод следующих установок:

– установка календаря и часов реального времени (символ











– установка и отключение подсветки индикатора (символ );

– установка коэффициента вариации и активации режима расчета класса бетона В;

– установка режима архивирования;

– установка характеристик индивидуальных градуировочных зависимостей.

Для перевода прибора в режим «*Настройки*» необходимо нажатием кнопки  перевести прибор к экрану «Выбор режима», кнопками  ,  переместить мигающее поле на пункт «Настройки» и нажать кнопку  . Для выбора установок в «Настройки» необходимо кнопками  ,  перемещать мигающее в *Режиме 5* поле на требуемый пункт и нажатием кнопки  зафиксировать выбор.

Возврат прибора к экранам «Настройки» и «Выбор режима» производится нажатием кнопки  .

Подготовка к испытаниям

Испытания проводятся на участке размером не менее 100 см² изделия (конструкции) при его толщине не менее 50 мм.

Количество и расположение контролируемых участков при испытании конструкций должно соответствовать ГОСТ 18105 или указываться в стандартах и технических условиях на сборные конструкции или в рабочих чертежах на монолитные конструкции.

При определении прочности бетона обследуемых конструкций число и расположение участков должно приниматься по программе обследования, но не менее трех.

Граница участка испытания должна быть не ближе 50 мм от края конструкции. Расстояние между точками испытания (место нанесения удара) должно быть не менее 15 мм. Расстояние от мест проведения испытаний до арматуры должно быть не менее 50 мм.

Шероховатость поверхности бетона на участке испытаний должна быть не более 40 мкм, что соответствует шероховатости поверхности бетонных кубов, испытанных при проверке прибора.

В необходимых случаях допускается зачистка поверхности изделия абразивным камнем с последующей очисткой поверхности от пыли.

Места измерений на поверхности изделия (места нанесения удара) необходимо выбирать, по возможности, между гранулами щебня и между крупными раковинами.

Число испытаний на участке должно быть не менее 10.

Контроль прочности бетона прибором может производиться по результатам испытаний контрольных образцов размером не менее $100 \times 100 \times 100$ мм или по результатам определения прочности бетона в изделиях и конструкциях.

При определении прочности бетона по образцам испытания проводят на боковых поверхностях образцов (по направлению бетонирования). При этом образцы должны быть зажаты в прессе с усилием 30 ± 5 кН (3000 кгс).

При определении прочности бетона в изделиях и конструкциях испытания проводят на поверхностях, прилегающих при изготовлении к опалубке.

За единичное значение прочности бетона при неразрушающем контроле, в соответствии с ГОСТ 18105, может приниматься средняя прочность бетона конструкций, определяемая как среднее арифметическое значение прочности бетона контролируемых участков конструкции, или средняя прочность бетона контролируемого участка. Дополнительные требования к контролю прочности бетона неразрушающими методами приведены в ГОСТ 18105.

Порядок работы в режиме определения прочности бетона

Контроль в «Режиме 1» с использованием базовых градуировочных зависимостей

Прибор может находиться в режиме измерений с использованием базовых зависимостей (**Режим 1**) и в режиме измерений с использованием индивидуальных зависимостей, установленных пользователем (**Режим 2**).

Прибор поставляется с девятью установленными в программном устройстве градуировочными зависимостями.

Градуировочные зависимости установлены по результатам параллельных испытаний образцов – кубов, изготовленных из бетона классов В3,5–В60 с различными видами заполнителей, неразрушающим методом и по ГОСТ 10180.

Для производства измерений в **Режиме 1** необходимо подключить преобразователь к блоку электронному, включить питание, при этом прибор устанавливается в режим измерений. На индикаторе высвечивается информация о готовности к работе с введенными ранее (до отключения прибора) установками (вид градуировочной зависимости, режим ТВО и возраст бетона, направление удара и K_c , пример на рис. 2.5).

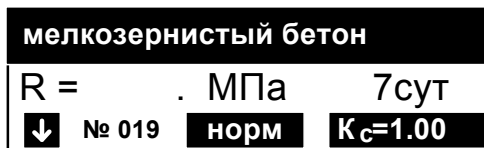


Рис. 2.5. Вид индикатора при производстве измерений в **Режиме 1**

Удерживая преобразователь в правой руке, взвести рычаг бойка до фиксации защелкой. Расположить преобразователь таким образом, чтобы усилие прикладывалось перпендикулярно испытываемой поверхности изделия. Преобразователь дол-

жен опираться на три точки. Усилие прижатия должно быть таким, чтобы в момент нажатия на спусковой крючок и соударения бойка с бетонной поверхностью не происходило отрыва опорных точек под действием реактивной силы.

После установки преобразователя необходимо нажать спусковой крючок, полученный результат высвечивается на индикаторе и запоминается для дальнейшей обработки.

Сброс результата с индикатора происходит в момент появления последующего замера, одновременно с результатом замера высвечивается и его номер (R01–R15).

Цикл измерения на одном участке состоит из 10–15 замеров (по усмотрению оператора).

После выполнения 15 замеров производится автоматическая обработка результата. При меньшем количестве замеров необходимо нажать кнопку **ВВОД**, при этом производится обработка измерений, проведенных на участке, и индикация результата. По окончании цикла измерения на индикаторе высвечивается конечный результат (рис. 2.6), например $R = 21,1$ МПа (класс бетона B15).

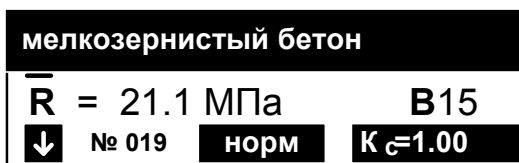


Рис. 2.6. Вид индикатора по окончании цикла измерений

Математическая обработка результатов измерений включает:

- усреднение промежуточных результатов измерений;
- отбраковку промежуточных результатов, имеющих отклонения более чем $\pm 10\%$ от среднего значения прочности на участке;
- усреднение оставшихся после отбраковки измерений.

Конечный результат автоматически заносится в память (архивируется) и маркируется датой и временем измерения.

Для проведения измерений на других изделиях (участках) необходимо выполнить приведенные выше операции, не забывая вводить в память положение преобразователя, соответствующее направлению удара, и остальные установки по необходимости.

Контроль в «Режиме 2» с использованием индивидуальных градуировочных зависимостей, установленных пользователем

Для производства измерений с использованием индивидуальных градуировочных зависимостей необходимо перевести прибор в режим «Индивид.», для чего нажатием кнопки **РЕЖИМ** войти в основное меню и выполнить последовательность действий, приведенную в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Последовательность действий при производстве измерений с использованием индивидуальных градуировочных зависимостей

Вид индикатора	Действия
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">ВЫБОР РЕЖИМА</p> <p>базовые настройки индивид. ПК архив</p> </div>	<p>Кнопками ↑, ↓ установить мигающее поле на пункт «Индивид.» и нажать кнопку ВВОД</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>балка</p> <p>R = . МПа ↓ № 007 <01> Kc=1.00</p> </div>	<p>Кнопкой ВВОД активировать мигающее поле номера индивидуальной градуировочной зависимости, например < 07 >, и зафиксировать кнопкой ВВОД</p>

Вид индикатора	Действия
<p>мелкозернистый бетон</p> <p>R = . МПа</p> <p>↓ № 007 <07> K_c=1.00</p>	<p>Выбрать направление удара и при необходимости K_c. Произвести измерение</p>
<p>мелкозернистый бетон</p> <p>R̄ = 21.1 МПа B15</p> <p>↓ № 007 <01> K_c=1.00</p>	<p>Возврат прибора в основное меню к экрану «Выбор режима» производится нажатием кнопки РЕЖИМ</p>


Прибор оснащен функцией исключения ошибочного, недо-
стоверного замера (промежуточного значения прочности) в про-
цессе проведения измерений в *Режимах 1 и 2*. Данная функ-
ция позволяет в процессе выполнения измерений исключить
последний, выведенный на индикатор замер, если он недо-
стоверен (попадание в пору, щебень, неустойчивое положение
преобразователя и т. д.). Исключенный замер и его номер сбрасываются с индикатора и в дальнейшем при обработке резуль-
тата не учитываются. Исключение ошибочного замеса произ-
водится сразу после его вывода на индикатор однократным
нажатием кнопки **F**.

Если промежуточное значение прочности менее 3 или бо-
лее 100 МПа (за пределами диапазона прибора), на индикато-
ре высвечивается сообщение «Вне диапазона!», при матема-
тической обработке результат не учитывается, а номер изме-
рения при следующем взводе бойка остается прежним.

В случае большого разброса промежуточных значений проч-
ности на индикаторе высвечивается сообщение «Большой раз-
брос!», тогда необходимо повторить испытания на данном
участке (изделии) с увеличением количества измерений до 15.

Не реже одного раза в 10 дней следует производить про-
верку работоспособности прибора на контрольном образце из
оргстекла (входит в комплект поставки), для чего:

– контрольный образец установить на массивное основание (бетонный пол);

– кнопкой  установить направление удара вниз;

– выполнить измерения, установив на индикаторе вид бетона мелкозернистый, режим твердения – ТВО, возраст бетона – 1 сут, $K_c = 1,0$.

Прибор должен воспроизводить значение прочности, указанное на образце, с погрешностью не более $\pm 5\%$ при температуре 20 ± 1 °С.

В случае, если показания больше указанного на контрольном образце значения, необходимо произвести подстройку прибора, для чего следует:

– установить часовую отвертку в отверстие, расположенное на торце электронного блока прибора рядом с разъемом, и повернуть регулировочный элемент на 1,5–2 оборота против часовой стрелки;

– произвести 10–15 измерений на контрольном образце и сравнить их со значением, указанным на контрольном образце, при необходимости операцию подстройки повторить.

Если показания прибора меньше указанного на контрольном образце значения, регулировочный элемент необходимо вращать по часовой стрелке.

При появлении на индикаторе прибора сообщения «Замените батарею!» необходимо выключить питание и заменить батарею.

Порядок работы в режиме «Архив»

В данном режиме производится просмотр результатов измерений, архивированных в процессе эксплуатации прибора.

Объем архивируемых конечных результатов 999 значений. Объем архивируемых промежуточных замеров R01–R15 – 15 000 значений.

Просмотр содержимого «Архива» может производиться в любое время, для чего нажатием кнопки **РЕЖИМ** следует войти в основное меню. Вид индикатора и выполняемые действия приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Вид индикатора и действия в режиме *Архив*

Вид индикатора	Действия
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">ВЫБОР РЕЖИМА</p> <p>базовые настройки индивид. ПК архив</p> </div>	<p>Кнопками ↑, ↓ установить мигающее поле на пункт «Архив» и нажать кнопку ВВОД</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>архив:</p> <p>Базовая завис. Индивид. завис.</p> </div>	<p>Кнопками ↑, ↓ переместить мигающее поле на требуемую группу «Архива» и нажать кнопку ВВОД (результаты измерений на базовых и индивидуальных градуировочных зависимостях архивируются отдельно)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>мелкозернистый бетон</p> <p>R̄ = 27.0 Мпа 7 сут. № 082 норм K_c = 1.00</p> </div>	<p>На индикаторе высвечивается основной экран «Архива» для последнего результата измерения, например № 082. Просмотр результатов измерений № 001–081 производится поочередным нажатием кнопок ↑, ↓</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>мелкозернистый бетон</p> <p>R̄ = 27.0 Мпа B20 07:04:38 01/09/2008</p> </div>	<p>Для просмотра дополнительной информации (класс бетона В, дата и время измерения), необходимо нажать кнопку ВВОД. Возврат к основному экрану осуществляется повторным нажатием кнопки ВВОД</p>

Вид индикатора	Действия
<div data-bbox="148 392 468 488" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>27.6 27.5 27.2 19.3 27.4 27.1 26.9 19.3 27.0 26.6 19.7 26.6 26.7 26.9 27.0</p> </div>	<p>Для просмотра промежуточных замеров необходимо нажать кнопку F, возврат в основной экран «Архива» осуществляется повторным нажатием кнопки F. Отбракованные прибором промежуточные замеры индицируются в инверсном виде (на темном фоне) и не учитываются при вычислении конечного значения прочности на участке</p>
<div data-bbox="154 786 462 882" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>возврат в архив очистить ячейку 002 очистить весь архив</p> </div>	<p>Для стирания содержимого «Архива» или отдельных результатов измерений необходимо удерживать кнопку ВВОД в течение 1 с. Кнопками ↑, ↓ переместить мигающее поле на требуемый пункт и нажатием кнопки ВВОД выполнить действие. В зависимости от выполненного действия прибор возвращается либо в режим «<i>Архив</i>», либо в основное меню, к экрану «Выбор режима»</p>

Возврат в основное меню к экрану «Выбор режима» производится нажатием кнопки **РЕЖИМ**.

Порядок работы в режиме «ПК»

Данный режим предназначен для передачи на ПК результатов измерений, хранящихся в архиве прибора.

В комплект поставки прибора входит дискета с программным обеспечением для Windows 9x/Me/2000/NT/XP и кабель связи с ПК.

Для передачи данных на ПК необходимо:

- подключить прибор к свободному СОМ-порту компьютера;
- включить питание прибора и кнопкой выйти в основное меню.

Вид индикатора и необходимые действия приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Вид индикатора и действия в режиме «ПК»

Вид индикатора	Действия
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>ВЫБОР РЕЖИМА</p> <p>базовые настройки индивид. ПК архив</p> </div>	<p>Кнопками  ,  переместить мигающее поле на пункт «ПК» и нажать кнопку  . Прибор устанавливается в режим передачи данных на ПК</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Работа с ПК</p> <p>передача данных</p> </div>	<p>Вставить носитель информации в USB-порт и запустить программу установки Install.exe</p>

Далее необходимо:

- запустить программу из меню «Пуск → Программы → Стройприбор → ИПС-МГ4»;
- в программе обмена данными выбрать пункт меню «Файл» → «Создать».

На экране монитора отобразится процесс передачи данных в компьютер. По окончании передачи программа запросит

имя файла (например, «Данные от 04.02.2015»). Под этим именем будут сохранены считанные данные.

После окончания работы выключить прибор и отсоединить кабель.

Возможности программы:

просмотр данных и занесение служебной информации в поле «Примечание» для каждого измерения;

сохранение данных в табличном виде;

сортировка данных по любому столбцу и объединение их в группы;

вывод отчетов на принтер;

дополнение таблиц из памяти прибора (по дате);



экспорт отчетов в Excel;

расчет среднего квадратического отклонения прочности бетона.


Порядок работы в режиме «Настройки»

Режим «*Расчет В*» активируется после ввода пользователем известного ему коэффициента вариации прочности контролируемого бетона.

В данном режиме производится установка коэффициента вариации для расчета класса бетона В по результатам определения прочности бетона на участке \bar{R} . Прибор поставляется с нулевым значением коэффициента вариации ($V = 00,0 \%$).


Для перевода прибора в режим «*Расчет В*» необходимо включить питание и нажатием кнопки  установить экран «Выбор режима» (табл. 2.5). Возврат прибора в основное меню к экрану «Выбор режима» производится нажатием кнопки .

Работа в режиме «Расчет В»

Вид индикатора	Действия
<p style="text-align: center;">ВЫБОР РЕЖИМА</p> <p>базовые настройки индивид. ПК архив</p>	<p>Нажатием кнопок ,  переместить мигающее поле на пункт «Настройки» и нажать кнопку </p>
<p> НАСТРОЙКИ </p> <p>► градуировка ► расчет В ► реж. архивир.</p>	<p>Кнопками ,  переместить мигающее поле на пункт «Расчет В» и зафиксировать выбор кнопкой </p>
<p style="text-align: center;">корректировка расчета В: U=13.5%</p>	<p>Кнопками ,  установить требуемый коэффициент вариации и нажать кнопку </p>


В «Режиме архивирования» производится выбор объема архивируемой информации:

- архивируют только конечные значения прочности бетона на участке \bar{R} ;
- архивируют промежуточные значения прочности R_i ;
- архивируют R01–R15 и конечные значения прочности \bar{R} .

Для перевода прибора в «Режим архивирования» необходимо включить питание и нажатием кнопки  установить экран «Выбор режима». Вид индикатора и действия оператора приведены в табл. 2.6.

Работа в «Режиме архивирования»

Вид индикатора	Действия
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">ВЫБОР РЕЖИМА</p> <p>базовые настройки индивид. ПК архив</p> </div>	<p>Нажатием кнопок ,  переместить мигающее поле на пункт «Настройки» и нажать кнопку </p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"> НАСТРОЙКИ </p> <p>► градуировка ► расчет В ► реж. архивир.</p> </div>	<p>Кнопками ,  переместить мигающее поле на пункт «Реж. архивир.» и зафиксировать выбор кнопкой </p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Архивировать: ► \bar{R} и R_i</p> </div>	<p>Кнопками ,  установить требуемый коэффициент вариации и нажать кнопку </p>

Возврат прибора в основное меню к экранам «Настройки» и «Выбор режима» производится нажатием кнопки .

В режиме «Установка календаря» производится установка (корректировка) часов реального времени и календаря.



















Для перевода прибора в режим  необходимо включить питание и нажатием кнопки установить экран «Выбор режима». Вид индикатора и действия оператора приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Работа в режиме установки календаря

Номер действия	Вид индикатора	Действия
1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>ВЫБОР РЕЖИМА</p> <p>базовые настройки индивид. ПК архив</p> </div>	<p>Нажатием кнопок  ,  переместить мигающее поле на пункт «Настройки» и нажать кнопку </p>
2	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p> НАСТРОЙКИ </p> <p>▸ градуировка ▸ расчет В ▸ реж. архивир.</p> </div>	<p>Кнопками  ,  переместить мигающее поле на символ  и нажать кнопку  , при этом индикатор имеет вид действия 3</p>
3	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Уст. календаря:</p> <p>01/09/2008</p> <p>07:23:02</p> </div>	<p>Кнопкой  активировать мигание даты, кнопками  ,  установить ее и зафиксировать кнопкой  , мигающее поле перемещается на месяц. Кнопками  ,  установить месяц и зафиксировать кнопкой  . Аналогично установить год, часы, минуты и секунды</p>

Возврат прибора в основное меню к экранам «Настройки» и «Выбор режима» производится нажатием кнопки .




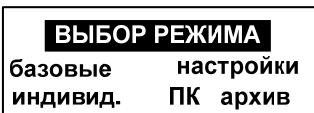















В режиме «*Подсветка индикатора*» (символ ) производятся включение и отключение подсветки индикатора. Для перевода прибора в режим  необходимо включить питание и нажатием кнопки  установить экран «Выбор режима». Вид индикатора и действия оператора приведены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Работа в режиме «*Подсветка индикатора*»

Номер действия	Вид индикатора	Действия
1		Нажатием кнопок  ,  переместить мигающее поле на пункт «Настройки» и нажать кнопку 
2		Кнопками  ,  переместить мигающее поле на символ  и нажать кнопку  , при этом индикатор имеет вид действия 3

Номер действия	Вид индикатора	Действия
3	<div data-bbox="269 504 570 587" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  <p>подсветка: выкл.</p> </div> <div data-bbox="269 600 570 683" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>подсветка: вкл.</p> </div>	<p>Для включения подсветки кнопками  ,  вывести на экран сообщение «Вкл.» и нажать кнопку  .</p> <p>Режим подсветки индикатора включен. В дальнейшем при работе прибора подсветка включается кратковременно:</p> <ul style="list-style-type: none"> – на 5 с – при нажатии любой из кнопок; – 3 с – при соударении бойка с контролируемым изделием. <p>Для отключения подсветки необходимо вывести на индикатор сообщение «Выкл.» и нажать кнопку  .</p>

Возврат прибора в основное меню к экранам «Настройки» и «Выбор режима» производится нажатием кнопки  .

Порядок выполнения работы

1. Изучить основные методы неразрушающего контроля прочности бетона.
2. Ознакомиться с устройством прибора Leica DISTO TM A5.
3. В соответствии с заданием преподавателя подготовить исходные данные для измерения линейных размеров.
3. Используя Leica DISTO TM A5, произвести измерения геометрических параметров конструкций.
4. Оценить точность выполненных измерений.

Контрольные вопросы

1. Какой нормативный документ определяет порядок измерения прочности бетона методом ударного импульса?
2. Дайте описание и порядок использования электронного измерителя прочности бетона ИПС-МГ4.03.
3. Какова область применения прибора ИПС- МГ4.03?
4. Приведите характеристики режимов работы прибора.
5. Как производится подготовка к испытаниям?

Содержание

Лабораторная работа № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА.....	3
---	---

Лабораторная работа № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МЕТОДОМ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА.....	26
---	----

Учебное издание

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Лабораторный практикум
для студентов специальности
1-70 07 01 «Строительство тепловых
и атомных электростанций»

В 2 частях

Часть 1

Составители:

ПОВКОЛАС Константин Эдуардович
КОРБУТ Ольга Борисовна

Редактор *Т. Н. Микулик*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 02.11.2015. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 2,54. Тираж 60. Заказ 1156.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.