



AM9800020

Препринт ВФИ-1328(23)-91

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



К.М.АВАКЯН, К.Г.СААКЯН

МНОГОЦЕЛЕВЫЕ МОДУЛИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ
СЧЕТЧИКОВ С СИСТЕМОЙ ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ

L

29 - 45

ЦНИИ Атоминформ

ЕРЕВАН - 1991

**We regret that
some of the pages
in this report may
not be up to the
proper legibility
standards, even
though the best
possible copy was
used for scanning**

ԿՄԱՎԱԳՑԱՆ, ԿԳՍԱՀԱԿՑԱՆ

**ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ԵԼՔԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒ ՀԱՄԱՄԱՍՆԱԿԱՆ ՀԱՀՎԻԶՆԵՐԻ
ԲԱԶՄԱՆՊԱՏԱԿԱՅԻՆ ՄՈՐՈՒՆՆԵՐ**

Աշխատանքում նկարագրված են հեղինակների կողմից մշակված ինֆորմացիայի ելքի համակարգով համամասնական հաշվիչների բազմանպատակային մոդուլներ՝ ԱՆԻ փորձարարական համալիրի տարբեր հանգույցներում կիրառելու համար: Բերված են հաշվիչի և մոդուլի կառուցվածքը, նկարագրված է ինֆորմացիայի ստացման համակարգը, որը կազմված է երկկանալային ամպլիտոտա-ժամանակային փոխակերպիչներից (ԵԱՓ) և էլեկտրոնիկայի հսկման համակարգով ժամանակա-թվային փոխակերպիչներից: Նկարագրված են ԵԱՓ կարգավորման բլոկը և հոդոսկոպիկ հաշվիչներից ինֆորմացիայի ելքի նորացված համակարգը:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1991



Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике (ЦНИИИнформ) 1991 г.

Целью настоящей работы является разработка модулей из пропорциональных счетчиков (ПС) для применения в различных узлах экспериментального комплекса "АНИ" [1] с максимальной унификацией как по конструкции и применяемым материалам, так и по схеме съема информации.

Модули могут быть использованы как в каналах амплитудного анализа, так и в годоскопах. По сравнению с используемыми в этих целях ионизационными камерами, сцинтилляционными счетчиками и счетчиками Гейгера модули из ПС имеют ряд преимуществ: это низкий порог регистрации (от одной частицы), меньшие масса и толщина, долговечность, отсутствие темнового тока и ложных срабатываний, а также простота и дешевизна изготовления.

1. Конструкция модулей ПС

Описание разработанных авторами аналогичных модулей ПС и их основные характеристики приведены в [2,3]. Здесь дано описание новой конструкции и системы съема информации. Основным недостатком описанных в [2,3] ПС является применение в качестве герметизирующего материала эпоксидного компаунда. Это снижает надежность и требует длительной вакуумной откачки.

Основным конструкционным материалом для предлагаемого ПС служит профиль прямоугольного сечения (рис.1а) из алюминиевого сплава АД-31М. Схема конструкции ПС приведена на рис.1 б. Счетчик состоит из корпуса 2, двух крышек 3 с резиновыми уплотнителями 1, четырех хомутов 6 со стягивающими гайками 7, двух проходных изоляторов 4 с контактными электродами из латуни и сигнальной нити из позолоченной вольфрамовой проволоки диаметром 40 мкм. Сигнальная нить натягивается с усилием 1Н и припаивается к контактному электроду. К резьбовому наконечнику одного электрода с помощью гайки прикрепляется входной вывод АВПД, к другому подводится высокое напряжение через зарядный резистор.

Проходной изолятор с контактным электродом изготавливается из эпоксидного компаунда с помощью специально разработанной оснастки.

Модуль ПС (рис.2) состоит из 10 счетчиков. Ширина модуля 1 м, длина до 5 м в зависимости от назначения. Для однородности рабочей смеси во всем объеме модуля счетчики соединяются между собой посредством отверстий в смежных боковых стенках, которые герметизируются кольцевыми прокладками из вакуумной резины. Для центровки отверстий и облегчения сборки использованы тонкостенные втулки с фланцами. Счетчики стягиваются посредством стальных шпилек 1, проходящих через ребра профиля. Количество пар шпилек зависит от длины L модуля. Длина модуля может достигать нескольких метров, причем даже при длине модуля 5 м расчетный провис сигнальной нити не превышает 50 мкм.

Вакуумная откачка модулей производится через газовый разъем 2 при комнатной температуре до разрежения 10^{-5} - 10^{-6} мм рт.ст.

в течение 15 дней, после чего они наполняются рабочим газом смесью из аргона (90 %) и метана (10 %).

Газовый разъем служит также для соединения модулей друг с другом при необходимости наращивания по длине, что обеспечивает одинаковый состав газа во всех модулях.

Откачка и наполнение модулей производится на специально разработанном стенде, позволяющем одновременное подключение до 20 модулей.

5 плат системы съема информации крепятся на модулях между ребрами профиля. На каждой плате собраны двухканальные логарифмические амплитудовременные преобразователи (АВПЛ). На другом торце модуля крепится плата с 10 — зарядными высоковольтными резисторами КЭВ-0,5, 20 МОм. Платы и торцы модулей экранируются крышками.

2. Система съема информации

Система съема информации с модулей амплитудного канала состоит из двух основных частей:

- 5 двухканальных АВПЛ, установленных на модуле;
- 40-канальный время-цифровой преобразователь с генератором импульсов управления ключами АВПЛ, собранного в модуле КАМАК двойной ширины и находящегося в приемном пульте.

2.1. Логарифмический амплитудно-временной преобразователь (АВПЛ)

Принцип работы АВПЛ исходит из формы сигнала на выходе ПС (рис.3а). Сигнал имеет крутой фронт нарастания (0,2-0,3 мкс) и логарифмически падающий спад, обусловленный разрядом емкости счетчика S_k на сопротивление нагрузки R_n (рис.3б).

При разряде конденсатора имеем:

$$U = U_m e^{-\frac{t}{RC}},$$

отсюда время разряда $t_{\text{ск}}$ до некоторого порогового значения

$$t = RC \ln \frac{U_M}{U}, \quad (2.1)$$

т.е. время разряда до определенного значения напряжения прямо пропорционально логарифму амплитуды U_M выходного импульса от ИС (остальные величины в 2.1 постоянны). А так как U_M пропорционально количеству пронизывающих счетчик релятивистских ионизирующих частиц N , то

$$t \sim \ln N.$$

Исходя из зависимости (2.1), и построена схема АВПЛ (рис.3б). Напряжение на выходе схемы усиливается предварительным усилителем У1 с высоким входным сопротивлением ($R_{\text{вх}} \gg R_{\text{н}}$) и затем подается на компаратор К, порог срабатывания которого соответствует амплитуде сигнала от одной частицы.

Полная принципиальная схема двухканального АВПЛ с системой контроля приведена на рис.4а. Рассмотрим пока первый канал - на рисунке верхний. Два ключа на ИМС DD1 (К176КТ1) служат для последовательной подачи на вход подсоединенного к счетчику АВПЛ калибровочных напряжений 5,6В и 0,56В с делителей на резисторах R_1 , R_2 и R_3 , R_4 на короткий промежуток времени (5 мкс), определяемый управляющим и сигналами У1 и У2 (см.ниже), которые следуют друг за другом через 1 мс с частотой 25 Гц (рис.5). Поступающие при этом на вход АВПЛ импульсы напряжения имитируют заряд ёмкости счетчика при прохождении через него соответствующего количества частиц. Эти сигналы служат для наладки и контроля работы АВПЛ (см.ниже). До этих напряжений заряжается емкость счетчика, и после закрытия ключей начинается её разряд, время которого прямо пропорционально этим напряже-

ниям. Сигналы управления ключами У1 и У2 поступают от модуля время-цифрового преобразователя (ВЦП). Делители устанавливаются только на одном из 5 плат АВПЛ модуля. Остальные платы питаются от этих делителей. Характеристика описанных АВПЛ приведена на рис.46.

Резистор IRI (1 кОм) и диод IVD2 (КД409) составляют защитную цепочку для предотвращения выхода из строя ИМС IDA1 при высоковольтных импульсах, которые возникают, в частности, и при включении и выключении напряжения питания счетчика ($U_{\text{выс}}$). Положительные импульсы диод шунтирует, а при отрицательных импульсах с амплитудой больше 15В - открывается и закорачивает их на землю.

На ИМС DA1 (К544УД1) с полевым транзистором на входе собран усилитель с коэффициентом усиления, равным 10. Наличие диода в цепи обратной связи обеспечивает линейное усиление сигналов с амплитудой до 0,6-0,8 В. В случае превышения этого уровня диод поддерживает выходное напряжение на этом уровне, предотвращая насыщение усилителя. А по выбранному нами принципу работы АВПЛ нелинейность выходного напряжения усилителя после 10 мВ не имеет никакого значения. Резисторы IR4 и IR5 составляют регулируемое в определенных пределах сопротивление нагрузки счетчика - R_n . Регулировка необходима для установ-ки требуемой величины $R_n C_k$.

От усилителя сигнал через резисторы IR6 и IR7 подается к входам компаратора на ИМС IDD2 (К554СА3). На прямой вход он поступает без изменения ($IR6 \ll R_{\text{вх}}$), а на инвертирующем входе конденсатор IC2 шунтирует этот сигнал, и на этом вхо-

де будет только напряжение $U_{пор}$, создаваемое делителем на резисторах IR_8 и IR_9 . Постоянное напряжение смещения усилителя одинаково подается к обоим входам и не влияет на работу компаратора.

Параметры схемы подбираются из следующих требований:

- длительность выходного импульса при максимальном входном импульсе ($U_m = 10 В$) - 128 мкс;
- основная погрешность - 1 мкс;
- динамический диапазон - 1 мВ-10 В.

Исходя из этого и (2.1), следует:

$$R_n C_k = 13,69 \text{ мкс.}$$

Основная погрешность определяется отношением сигнал/шум усилителя. Промежуток времени соответствующей амплитуды шума определяется формулой

$$t_{ш} = RC \ln \frac{U_{ш}}{U} \quad (2,2)$$

При условии $t_{ш} < 1 \text{ мкс}$ получается

$$U_{ш} / U_{мин} < 0,07.$$

Поскольку нами $U_{мин}$ принято равным 1 мВ, то

$$U_{ш} < 0,07 \text{ мВ.}$$

Шум описанного усилителя меньше 0,05 мВ, т.е. удовлетворяет этому условию.

Если взять $U_{пор}$ равным амплитуде импульса от одной частицы, то получается $t = 0$. Поэтому для регистрации и одной частицы $U_{пор}$ должен быть меньше 1 мВ. Нами принято $U_{пор} = 0,75 \text{ мВ}$, тогда, согласно (2.1), получим:

$$t = (RC \ln U_m + 5) \text{ мкс,}$$

и одной частице будет соответствовать 5 мкс, а 10^4 частиц-133 мкс.

АВПМ выбран двухканальным, исходя из конструктивных соображений, для удобного размещения на модуле в пространстве между ребрами профилей.

2.2. 40-канальный время-цифровой преобразователь (ВЦП-40)

Принцип работы ВЦП заключается в заполнении промежутка времени, определяемого длительностью импульса от канала АВПМ, количеством импульсов, прямо пропорциональным длительности этого импульса. Соответственно ВЦП (рис.5) содержит генератор заполняющих импульсов, систему синхронизации генератора, "дозирующие" вентили и преобразователи уровня КМОП-ТТЛ.

Генератор собран на ИМС DD 2(K561LE6). Частота следования импульсов-1 МГц. Таким образом, при определении величины t каждый импульс соответствует промежутку времени 1 мкс.

Система синхронизации генератора собрана на ИМС DD1, IDD 2-1,2. При срабатывании любого канала на выходе DD 1-2 появляется уровень логического нуля и генератор включается. Работа генератора прекращается, когда все каналы АВПМ переходят в начальное состояние. Генератор блокируется во время действия сигналов $У1$ и $У2$, поступающих от системы контроля АВПМ (см.ниже).

Импульсы генератора через буферные элементы на DD 3-1,2 передаются ко входам вентилях на IDD 3, IDD 4, IDD 2-3,4, вторые управляющие входы которых соединены с выходом АВПМ. Импульсы от генератора проходят через соответствующие вентили только

тогда, когда есть сигнал от данного канала. Далее импульсы подаются к входному разъему через ИМС IDD5 и IDD6 (K561ЛН2), которые служат одновременно и буферами, и преобразователями уровня КМОП-ТТЛ (при $U_{пор}=5В$).

2.3. Контроль АВШ

Как показано на рис.4а, ко входам ключей в платах АВШ через делители на R_1 , R_2 и R_3 , R_4 подаются калибровочные напряжения 5,6В и 0,56В. При поступлении на управляющий вход ключа сигнал У1 ключ на 5 мкс открывается и емкость счетчика заряжается. После окончания действия импульса ключ закрывается и происходит разряд емкости. При этом длительность выходного импульса должна быть 118 мкс, а при сигнале У2-86 мкс. Так как, согласно (2.1),

$$t_1 = R_H C_K \ln U_1 + 5$$

$$t_2 = R_H C_K \ln U_2 + 5,$$

то
$$\Delta t = t_2 - t_1 = R_H C_K \ln \frac{U_1}{U_2} \quad (2.3)$$

В нашем случае $\Delta t = 32$ мкс.

Соответственно, на выходе ВШ будут пакеты с количеством импульсов 118 и 86. Вычисление Δt осуществляется машиной.

По Δt , согласно (2.3), можно определить соответствие заданному значению и после этого по Т1 или Т2, согласно (2.1),

- $U_{пор}$.

2.4. Схема управляющих сигналов для контроля АВПЛ

Схема управляющих сигналов для контроля работы АВПЛ, уровня $U_{пор}$ и величины $R_{нСк}$ собрана на ИМС DD1 и DD2 (K561ЛЕ5 и K561ТМ1) (рис.5). При запуске сигнала (кнопка К) на входе DD4 система генерирует два коротких (5 мкс) прямоугольных импульса с интервалом 1 мс и с частотой следования 25 Гц (сигналы У1 и У2). Эти сигналы во время их действия блокируют генератор ВЦП и открывают соответствующие ключи на АВПЛ. Схема состоит из генератора импульсов У0 на ИМС DD4 - I, 2, 3 длительностью 1 мс с частотой следования 25 Гц. Эти импульсы передаются на вход одновибратора на ИМС DD5 - I и после инвертирования на вход такого же одновибратора - на DD5-2. Таким образом, передним фронтом У0 запускается первый одновибратор, а задним фронтом - другой. Одновибратор вырабатывает импульсы длительностью 5 мкс (рис.5).

2.5. Блок наладки АВПЛ

Для установки требуемых $R_{нСк}$ и $U_{пор}$ после сборки АВПЛ и их установки на модули разработан специальный блок наладки (рис.6).

Как видно из 2.3, Δt не зависит от $U_{пор}$. Поэтому при данных U_1 и U_2 Δt зависит только от $R_{нСк}$, что и дает возможность по требуемому значению устанавливать необходимое значение $R_{нСк}$. А если $R_{нСк}$ уже установлено, то по данному значению U и требуемому значению t можно установить $U_{пор}$.

Блок содержит ту же схему управления (рис.5) и реверсивный счетчик на DD5 и DD6. Выходные уровни от ИМС DD 4-4 управляют реверсом счетчика. При одном положении переключателя светодиодное табло в двоичном исчислении дает величину Δt и возможность контроля и наладки $R_n C_k$, при втором - величину t и возможность контроля и наладки $U_{пор}$. Если эти величины не соответствуют заданным, то сначала переменным резистором (рис.4а) устанавливается $\Delta t = 32$ мкс.; что соответствует $R_n C_k = 13,89$ мкс, а затем резистором IR9 устанавливается $t = 118$ мкс (при VI), что соответствует требуемому $U_{пор}$. Выходы IO ABIII модуля через разъем подключаются к переключателю AI для последовательной наладки каналов. Отдельный канал подключается к переключателю через одиночный входной разъем.

3. Система съема информации с годоскопических счетчиков

Описанное в [1] система съема информации с годоскопических счетчиков несколько изменена с целью повышения надежности и лучшего согласования со входными управляющими сигналами. Изменены усилитель (рис.7) (теперь он состоит из предусилителя и компаратора), триггер-одновибратор, введены преобразователи уровня с буферами. Если использовать двухполярное питание (+12В-12В), то в качестве усилителя можно использовать и предусилитель-компаратор, примененный в ABIII. В связи с менее жесткими требованиями подстроечные резистры здесь можно исключить.

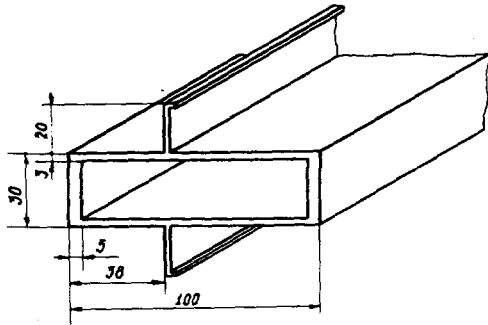


Рис.1а Общий вид профиля

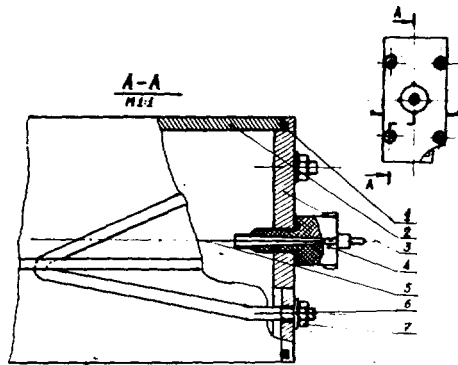


Рис.1б Конструкция щетки

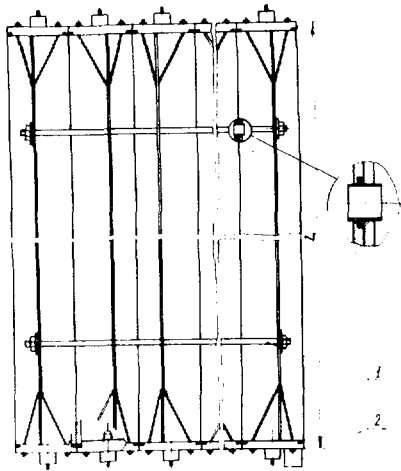


Рис.2 Конструкция модуля из ПС

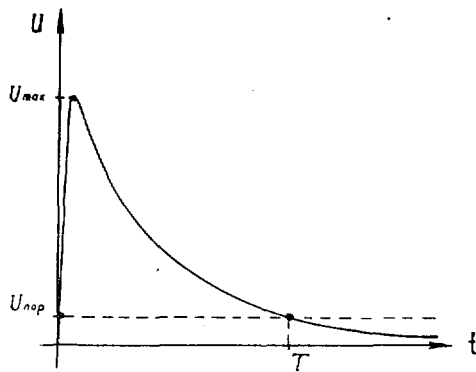


Рис.3 Выходной сигнал счетчика

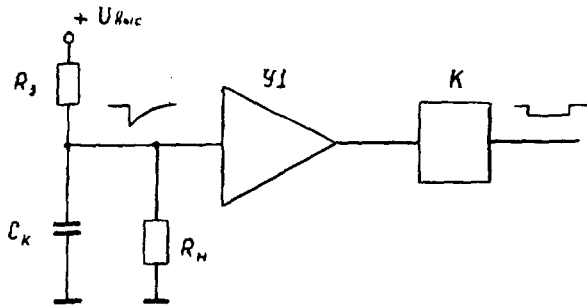


Рис.36 Схема построения АВУ

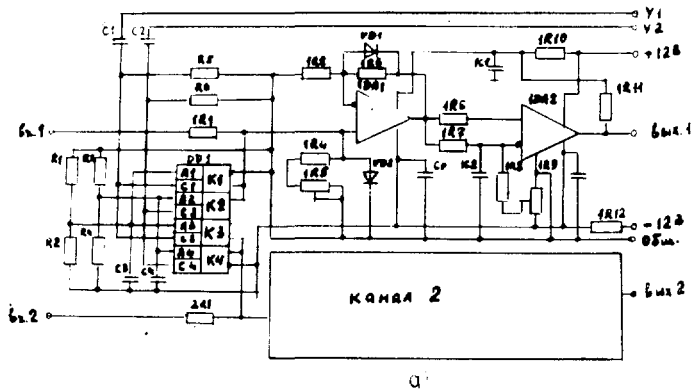


Рис. 4а Принципиальная электрическая схема АВІІ

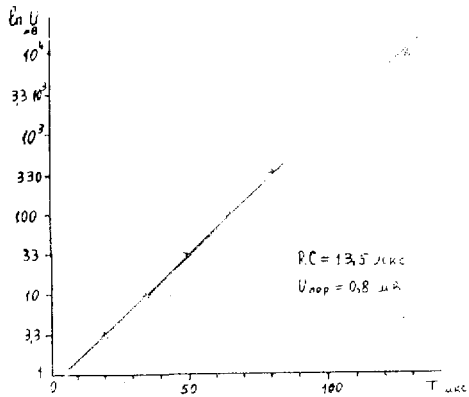


Рис. 4б Характеристика АВІІ

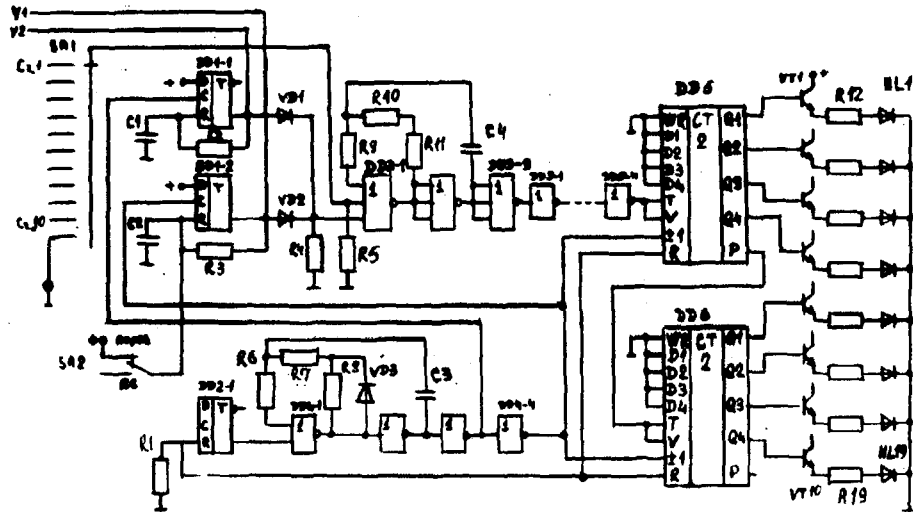


Рис.6 Принципиальная электрическая схема блока
наладки АВПД

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилова Т.В., Дунаевский А.М., Ерышкин А.Д. и др.
Известия АН Арм.ССР, Физика, 1960, 17.
2. Авакян Г.Ц., Авакян К.М., Саакян К.Г. ВАНТ, серия: Техника
физического эксперимента, вып.4(25), 1965, с.90-92.
3. Авакян Г.Ц., Авакян К.М., Саакян К.Г. ПТЭ № 5, 1966,
с.38-40.

Рукопись поступила 26 февраля 1991 г.

К.М. АВАКЯН, К.Г. СААКЯН

МНОГОЦЕЛЕВЫЕ МОДУЛИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТЧИКОВ С СИСТЕМОЙ
ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ

Редактор Л.П. Мукаян

Технический редактор А.С. Абрамян

Подписано в печать 22/ХП-91г.

Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 1.0

Тираж 299 экз. Ц. 15 к.

Зак. тип. № 183

Индекс 3649

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, ул. Братьев Алиханян 2

**The address for requests:
Information Department
Yerevan Physics Institute
Alikhanian Brothers 2,
Yerevan, 375036
Armenia, USSR**

ИНДЕКС 3649



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ