

ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОИСКА РЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕГУЛИРУЕМОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Е. С. РАПАЦЕВИЧ

(Психологическая лаборатория НИИП МП БССР, Минск)

Развитие эвристического программирования требует от психологии и нейрокибернетики более углубленного изучения тех процессов, которые имеют место в эвристической деятельности людей.

Исследование психофизиологических механизмов этих процессов с целью их последующего машинного моделирования выдвигает перед психологами задачу разработки спе-

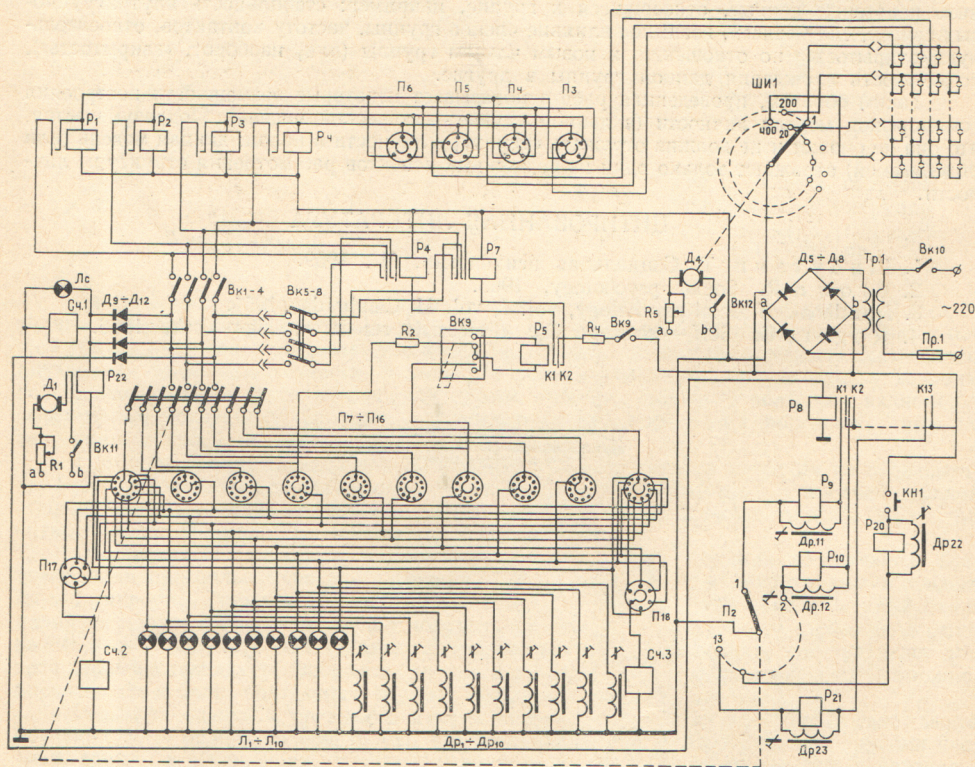


Рис. 1. Принципиальная схема установки

Обозначения: ШИ 1 — специально сконструированный переключатель на 400 положений; П₃ — П₆ — поворотные переключатели на 4 положения; Р₁—Р₂₂ — электромагнитные реле; Р₈ — поляризованное реле; Л₁—Л₁₀ — лампы накаливания на 110 вольт; Л_с — сигнальная лампочка; Сч₁, Сч₂, Сч₃ — счетчики электрических импульсов; Др₁—Др₂₃ — соленоиды; П₁—П₁₈ — поворотные переключатели на 10 положений; П₁ и П₂ — переключатели на 16 положений; Вк₁₋₁₂ — выключатели; Д₁, Д₂, Д₃, Д₄ — электродвигатели с понижающим редуктором; Д₅—Д₈ — диоды выпрямительного мостика; Д₉—Д₁₂ — диоды типа Д7Ж; Р₁, Р₄ — регуляторы напряжения РНШ; Р₂, Р₃ — сопротивление на 300 ом; Тр₁ — трансформатор на 250 в, понижающий напряжение с 220 в до 0 в; Пр₁ — предохранитель; К₁—К₂ — контакты реле Р₈; К₁—К₁₃ — контакты реле Р₉.

циальных методик и создания на их основе приборов для моделирования условий с неопределенной (но регулируемой) областью поиска решения задачи.

Указанной цели, на наш взгляд, соответствуют предлагаемые ниже методика изучения процесса поиска и реализующий ее прибор (рис. 1).

Главными составными частями данного прибора являются следующие: датчик раздражителей световых сигналов, печатающее устройство, три счетчика электроимпульсов, шесть переключателей, в том числе один из них специального назначения, плата для программирования сигналов (контактное поле). Датчик раздражителей содержит шаговый искатель ШИ1 (см. принципиальную схему) и 10 лампочек накаливания $L_1 - L_{10}$. Шаговый искатель представляет собой эбонитовый круг, в который по окружности на одинаковом расстоянии друг от друга в два ряда ввинчены двухмиллиметровые болтики в количестве 400 штук. Эти болтики выполняют роль замыкающих контактов при скольжении по ним латунной стрелки, прижатой стальной пластинкой и соединенной посредством эбонитовой шестеренки с понижающим редуктором электромотора D_4 . Подсоединение 400 болтиков с платы (при помощи проводов) производится следующим образом: каждый из

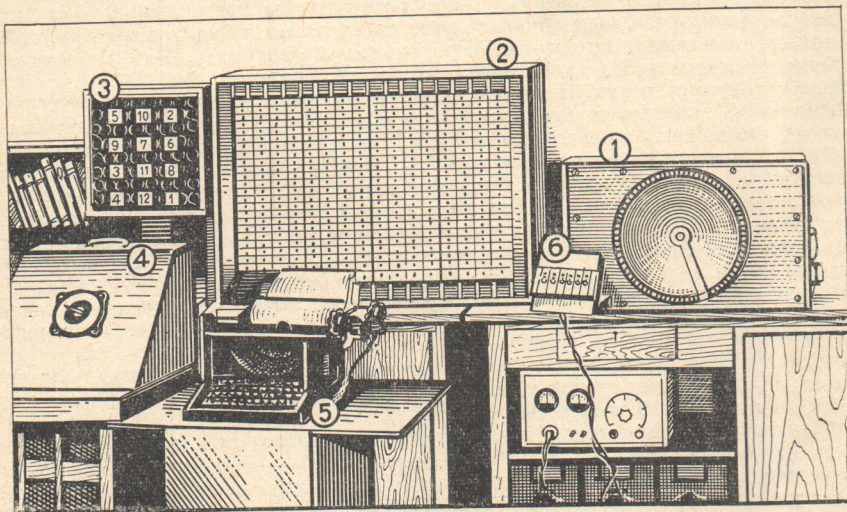


Рис. 2. Внешний вид прибора для исследования процесса поиска решения в условиях регулируемой неопределенности.

Обозначения: 1 — датчик раздражителей, 2 — контактное поле, 3 — табло, 4 — пульт испытуемого с переключателем, 5 — автоматическое регистрирующее устройство, 6 — пульт экспериментатора.

200 болтиков наружного ряда эбонитового круга последовательно (через один из 200 болтиков внутреннего ряда этого же круга) подключается к дорожкам двоянной платы. Все 400 дорожек платы содержат по 4 штепсельных гнезда, каждое из которых соответствует одной из 4 лампочек сигнального табло, например, $L_4 - L_7$, если ручка переключателя находится в первом положении. Программирование сигналов осуществляется так, что для последовательного включения лампочек (по одной в любой данный момент) в каждую дорожку платы, т. е. в одно из четырех ее штепсельных гнезд, вставляется штекер. Если, например, необходимо запрограммировать такую последовательность сигналов, как $L_1 - L_1 - L_4 - L_3 - L_1 - L_2$ и т. д., то для этого нужно вставить штекеры (по одному на дорожку) в следующем порядке: в первое штепсельное гнездо первой дорожки (все дорожки и гнезда пронумерованы по порядку), в первое гнездо второй дорожки, в четвертое гнездо третьей дорожки, в третье гнездо четвертой дорожки, в первое гнездо пятой дорожки, во второе гнездо шестой дорожки и т. д.

Программирование сигналов световых раздражителей осуществляется на основе разработанных схем. В наших опытах чаще всего используется таблица равномерно распределенных случайных чисел из «Таблиц математической статистики» Л. Н. Большого и Н. В. Смирнова. Сигналы могут предъявляться испытуемому с любой вероятностью. Продолжительность проецирования и интервал между вспышками лампочек $L_1 - L_{10}$ произвольно устанавливаются экспериментатором с помощью регулятора напряжения R_5 . Следует отметить, что запрограммированная последовательность сигналов может быть значительно изменена благодаря воздействию испытуемого на прибор через специальный переключатель P_1 , имеющий 16 положений (рис. 2). Это означает, что испытуемый не просто воспринимает жестко запрограммированные световые сигналы, ставя цель предугадать, какой из сигналов появится в следующий момент опыта (хотя возможен и такой вариант). Нет. Он посредством переключателя активно взаимодействует с прибором, точ-

нее, с программирующим блоком, который в свою очередь в зависимости от этого воздействия видоизменяет запрограммированный порядок демонстрации раздражителей испытуемому и тем самым изменяет вероятность зажигания одной и той же лампочки в разные моменты опыта. Вот почему испытуемый (в идеальном решении) в соответствии с задачей опыта может в течение всего опыта добиваться периодического зажигания только одной и той же лампочки из десяти возможных. Для этого при произвольном реагировании на каждый ожидаемый им сигнал (путем установления ручки переключателя в определенном положении) он должен учитывать характер своих предыдущих пробных двигательных реакций.

При реализации данного методического приема испытуемому дается, например, следующая инструкция:

«Перед Вами — табло с 10 лампочками, имеющими цифровое обозначение «1—10». Прибор может последовательно (одну за другой) зажигать каждую из них. Но Ваша задача состоит в том, чтобы зажигать в течение опыта только одну из лампочек, например, 7-ю. Это возможно только в том случае, если Вы в промежутке между вспышками лампочек будете удачно устанавливать ручку переключателя в положение, при котором загорается данная лампочка. Следует помнить, что на протяжении опыта может меняться то положение переключателя, которое включает заданную (например, 7-ю) лампочку. Вам разрешается выбирать любое из 16 положений переключателя.

Старайтесь думать вслух. Если хотите, то ведите необходимые записи».

Возможность зажигать только заданную лампочку из 10 достигается технически благодаря тому, что каждый из четырех контактов платы, соединенной через контакты реле P_1, P_2, P_3, P_4 , далее через переключатели P_3, P_4, P_5, P_6 и программирующую плату с шаговым искателем ШИ1, хотя находится под напряжением периодически (в отличие от другой платы переключателя P_1 , контакты которой находятся под напряжением постоянно), и будучи совмещен с контактом от заданной лампочки, вызывает ее зажигание. Другими словами, если с помощью ручки переключателя на протяжении всего опыта совмещать лишь находящийся в данный момент опыта под напряжением контакт связанной с ШИ1 платы с постоянно находящимся под напряжением контактом, соединенным с заданной лампочкой, то все время последовательно будет включаться искомая лампочка и никакие другие.

Исходная для испытуемого область поиска решения определяется инструкцией, согласно которой он получает право устанавливать ручку переключателя в определенное количество положений из 16 возможных.

Для активного вмешательства экспериментатора в работу прибора и поисковую деятельность испытуемого применяются 4 переключателя $P_3 — P_6$. Если испытуемый, например, установил, что наиболее результативным положением переключателя P_1 является первое положение, вызывающее зажигание L_4 , и он преимущественно удерживает ручку переключателя в этом положении, то можно незаметно для него произвести переключение с 1-го положения P_3 на любое из трех положений других переключателей, например, на 4-е положение P_5 . Для этого нужно ручку P_2 поставить в 4-е положение, а ручку P_5 установить в 1-м положении, т. е. произвести взаимобмен положениями. Таким образом с помощью этих переключателей можно импульсы на лампочки направлять по одному-двум-трем каналам из четырех возможных.

Данные переключатели $P_3 — P_6$ мы применяли и для других целей. В поисковом эксперименте четверо испытуемых получали по одному из упомянутых переключателей, имеющих по 4 положения, и располагались в разных местах лаборатории. Испытуемые должны были добиваться загорания на табло только одной из 10 лампочек в течение всего опыта¹. Инструкция запрещала участникам эксперимента обмениваться информацией между собой. Предполагалось, что соглашение (сговор), необходимое для выполнения задания и самоорганизации группы, может быть безмолвным.

В результате нескольких экспериментов выяснилось, что не всякая четверка испытуемых образует оптимальную группу. Некоторые группы людей не могли скоординировать свои действия и найти общее решение, т. е. одновременно направлять импульсы по нужному в каждый момент каналу (одному из четырех возможных).

Нам кажется, что этот методический прием можно использовать для исследования некоторых параметров самоорганизации группы людей. Если вышеуказанные переключатели $P_3 — P_6$ применяются для установления произвольной очередности сигналов с ШИ1, то переключатели $P_7 — P_8$ вводятся с целью всевозможных переключений (т. е. обмена местами) лампочек $L_1 — L_{10}$, соленоидов $Dr_1 — Dr_{10}$, счетчиков C_2, C_3 и т. д.

Интересным вариантом данной методики является тот, в котором автоматическое предъявление сигналов испытуемому несколько иначе определяется характером его предыдущей ответной реакции. Прибор может подавать очередной сигнал, согласованный с выбором испытуемого, т. е. предъявлять сигнал C_1 , если он перед этим прореагировал P_1 , и предъявлять C_2 в случае предыдущего выбора испытуемым реакции P_2 .

Технически это реализуется следующим образом. Поляризованное реле P_5 содержит две обмотки, которые посредством проводов подключаются параллельно двум электро-счетчикам C_2 и C_3 , двум лампочкам L_4 и L_7 и двум соленоидам Dr_4 и Dr_7 регистриру-

¹ Программа-задача носила строго алгоритмический характер.

ющего устройства. Включение реле P_5 через первую или вторую обмотки приводит к срабатыванию то одного то другого реле P_6 или P_7 , которые посредством своих контактов в такт реле P_5 то размыкают цепь и тем самым закрывают путь электрическим импульсам, бегущим от контактов ШИ1 к двум определенным лампочкам, одному из счетчиков правильных ответов, двум соленоидам и самому поляризованному реле P_5 (точнее—к одной из его обмоток), то замыкают цепь и открывают доступ импульсам к другим двум лампочкам, двум соленоидам, к другой обмотке поляризованного реле и т. д. Иными словами, если замкнуть контакты K_2 реле P_5 , то при поступлении электрических импульсов с ШИ1 сработает реле P_7 , а через его в данный момент замкнутые контакты замкнется цепь для включения электросчетчика импульсов $Сч_2$, лампочек L_6, L_7 , соленоидов $Др_6, Др_7$ и импульс поступит на левую обмотку P_5 . Последнее обстоятельство приводит к замыканию контакта K_1 , реле P_5 , к соответствующему включению P_6 , отключению P_7 . Теперь уже наступил черед включиться лампочкам $L_4 — L_5$, соленоидам $Др_4 — Др_5$, $Сч_3$ и P_5 через правую обмотку и т. д.

Здесь необходимо иметь в виду, что при осуществлении данного варианта методики выключатели $ВК_{1-4}$ находится в выключенном состоянии, как они изображены на схеме, а выключатели $ВК_{5-9-10}$ должны быть включены. Следует отметить также, что испытываемый посредством имеющего 2 положения тумблера может направленно влиять на работу поляризованного реле P_5 и связанных с ним элементов, когда он, например, находит правильный ответ по одной программе, то прибор автоматически переключается на демонстрацию сигналов по другой программе вплоть до нахождения испытуемым правильной реакции по этой программе. Затем автоматическое устройство возвращается в исходное состояние, т. е. к первой программе, если испытуемый не вмешивается путем включения тумблера в работу прибора. Но если в задачу исследуемого лица входит поддержание зажигания лишь одной лампочки из первой программы, то для этого необходимо знать, изучать, когда и какое положение тумблера $Вк_9$ может возвращать автоматическое устройство к демонстрации сигналов по первой программе.

В отличие от двух вышеизложенных вариантов методики, предусматривающих почти полную зависимость каждой последующей реакции испытуемого от предыдущих пробных действий, имеется вариант, при котором каждая новая пробная двигательная реакция значительно меньше обусловлена характером предыдущей реакции, так как здесь тип реакции испытуемого ни в какой мере не влияет на датчик сигналов.

Как и в предыдущих вариантах, с помощью шагового искателя последовательно демонстрируются 4 сигнала (по таблице случайных чисел, или на основе схем со строго алгоритмической структурой). Испытуемому предоставляется свобода выбора одного из четырех (а не из 10, как это имело место в первом варианте) пробных действий в соответствии с ожидаемым им одним сигналом. Объектами воздействия испытуемого являются здесь 4 клавиши пишущей машинки № 1, выполняющей роль лентопротяжного механизма. Если, например, испытуемый в следующий момент опыта ожидает зажигание лампочки L_1 , то он должен нажать на клавишу «Л» и ждать подкрепления. Все двигательные реакции предвосхищения и следующие за ними сигналы последовательно запечатлеваются на бумажной ленте.

Важным достоинством данного прибора является то, что он осуществляет довольно подробную объективную регистрацию двигательных поисковых реакций испытуемого. Каждый из 10 соленоидов $Др_1 — Др_{10}$ механически соединен с одной из десяти клавиш пишущей машинки № 1. Изображенный на схеме электродвигатель $Д_1$ (с понижающим редуктором) механически связан с валиком данной машинки. Он включает периодический при срабатывании реле P_8 соответственно поступлению электрических импульсов через контакты любого из четырех реле $P_1 — P_4$ от действующего шагового искателя ШИ1 (разумеется, что $ВК_{1-4}$ включены). Одновременно с включением электродвигателя, вращающего валик машинки, по окружности и таким образом равномерно протягивающего узкую бумажную ленту, на 2—5 сек включается один из 10 соленоидов $Др_{1-10}$. Он вызывает срабатывание соответствующей клавиши, оставляющей на бумажной ленте отметку (цифру). Поскольку в любом положении (1—7) обязательно совмещены все четыре контакта переключателя P_1 , то у каждого из этих положений (при продолжительном удерживании ручки переключателя в одном положении) регистрирующее устройство может зафиксировать по четыре разных цифры. Всего же имеется 10 таких цифр, которые «навязывает» испытуемому прибор в случае неудачного оперирования ручной переключателя.

К другому регистрирующему приспособлению относятся: 1. Поворотный переключатель P_2 , контактный штырек которого приводится в движение по контактам платы с помощью общей для обоих переключателей P_1 и P_2 ручки, что изображено на схеме пунктирной линией; 2. 13 соленоидов $Др_{11} — Др_{23}$, включенных параллельно с реле P_{9-21} и механически соединенных с двенадцатью клавишами пишущей машинки № 2, преобразованной в лентопротяжный механизм. Поскольку каждый из этих соленоидов и реле срабатывает только при включении реле P_8 , при замыкании его контактов 1—13 (а P_8 в свою очередь срабатывает при поступлении импульса с ШИ1), то это обстоятельство исключает возможность включения соленоидов $Др_{11-23}$ в промежутки между срабатыванием реле P_8 при повороте ручки переключателя с 1 на 13 положение. Данное регистрирующее приспособление позволяет зафиксировать на бумажной ленте все поисковые переходы испытуемого (эвристические, систематические, случайные). Моменты словесного отчета ис-

ющего устройства. Включение реле P_5 через первую или вторую обмотки приводит к срабатыванию то одного то другого реле P_6 или P_7 , которые посредством своих контактов в такт реле P_5 то замыкают цепь и тем самым закрывают путь электрическим импульсам, бегущим от контактов ШИ1 к двум определенным лампочкам, одному из счетчиков правильных ответов, двум соленоидам и самому поляризованному реле P_5 (точнее—к одной из его обмоток), то замыкают цепь и открывают доступ импульсам к другим двум лампочкам, двум соленоидам, к другой обмотке поляризованного реле и т. д. Иными словами, если замкнуть контакты K_2 реле P_5 , то при поступлении электрических импульсов с ШИ1 сработает реле P_7 , а через его в данный момент замкнутые контакты замкнется цепь для включения электросчетчика импульсов $Сч_2$, лампочек L_6, L_7 , соленоидов $Др_6, Др_7$ и импульс поступит на левую обмотку P_5 . Последнее обстоятельство приводит к замыканию контакта K_1 , реле P_5 , к соответствующему включению P_6 , отключению P_7 . Теперь уже наступил черед включиться лампочкам $L_4 — L_5$, соленоидам $Др_4 — Др_5$, $Сч_3$ и P_5 через правую обмотку и т. д.

Здесь необходимо иметь в виду, что при осуществлении данного варианта методики выключатели $ВК_{1-4}$ находится в выключенном состоянии, как они изображены на схеме, а выключатели $Вк_{5-9-10}$ должны быть включены. Следует отметить также, что испытательный посредством имеющего 2 положения тумблера может направленно влиять на работу поляризованного реле P_5 и связанных с ним элементов, когда он, например, находит правильный ответ по одной программе, то прибор автоматически переключается на демонстрацию сигналов по другой программе вплоть до нахождения испытуемым правильной реакции по этой программе. Затем автоматическое устройство возвращается в исходное состояние, т. е. к первой программе, если испытуемый не вмешивается путем включения тумблера в работу прибора. Но если в задачу исследуемого лица входит поддержание зажигания лишь одной лампочки из первой программы, то для этого необходимо знать, изучать, когда и какое положение тумблера $Вк_9$ может возвращать автоматическое устройство к демонстрации сигналов по первой программе.

В отличие от двух вышеизложенных вариантов методики, предусматривающих почти полную зависимость каждой последующей реакции испытуемого от предыдущих пробных действий, имеется вариант, при котором каждая новая пробная двигательная реакция значительно меньше обусловлена характером предыдущей реакции, так как здесь тип реакции испытуемого ни в какой мере не влияет на датчик сигналов.

Как и в предыдущих вариантах, с помощью шагового искателя последовательно демонстрируются 4 сигнала (по таблице случайных чисел, или на основе схем со строго алгоритмической структурой). Испытуемому предоставляется свобода выбора одного из четырех (а не из 10, как это имело место в первом варианте) пробных действий в соответствии с ожидаемым им одним сигналом. Объектами воздействия испытуемого являются здесь 4 клавиши пишущей машинки № 1, выполняющей роль лентопротяжного механизма. Если, например, испытуемый в следующий момент опыта ожидает зажигания лампочки L_1 , то он должен нажать на клавишу «Л» и ждать подкрепления. Все двигательные реакции предвосхищения и следующие за ними сигналы последовательно запечатлеваются на бумажной ленте.

Важным достоинством данного прибора является то, что он осуществляет довольно подробную объективную регистрацию двигательных поисковых реакций испытуемого. Каждый из 10 соленоидов $Др_1 — Др_{10}$ механически соединен с одной из десяти клавиш пишущей машинки № 1. Изображенный на схеме электродвигатель $Д_1$ (с понижающим редуктором) механически связан с валиком данной машинки. Он включается периодически при срабатывании реле P_8 соответственно поступлению электрических импульсов через контакты любого из четырех реле $P_1 — P_4$ от действующего шагового искателя ШИ1 (разумеется, что $Вк_{1-4}$ включены). Одновременно с включением электродвигателя, вращающего валик машинки по окружности и таким образом равномерно протягивающего узкую бумажную ленту, на 2—5 сек включается один из 10 соленоидов $Др_{1-10}$. Он вызывает срабатывание соответствующей клавиши, оставляющей на бумажной ленте отметку (цифру). Поскольку в любом положении (1—7) обязательно совмещены все четыре контакта переключателя P_1 , то у каждого из этих положений (при продолжительном удерживании ручки переключателя в одном положении) регистрирующее устройство может зафиксировать по четыре разных цифры. Всего же имеется 10 таких цифр, которые «навязывает» испытуемому прибор в случае неудачного оперирования ручкой переключателя.

К другому регистрирующему приспособлению относятся: 1. Поворотный переключатель P_2 , контактный штырек которого приводится в движение по контактам платы с помощью общей для обоих переключателей P_1 и P_2 ручки, что изображено на схеме пунктирной линией; 2. 13 соленоидов $Др_{11} — Др_{23}$, включенных параллельно с реле P_{9-21} и механически соединенных с двенадцатью клавишами пишущей машинки № 2, преобразованной в лентопротяжный механизм. Поскольку каждый из этих соленоидов и реле срабатывает только при включении реле P_8 , при замыкании его контактов 1—13 (а P_8 в свою очередь срабатывает при поступлении импульса с ШИ1), то это обстоятельство исключает возможность включения соленоидов $Др_{11-23}$ в промежутки между срабатыванием реле P_8 при повороте ручки переключателя с 1 на 13 положение. Данное регистрирующее приспособление позволяет зафиксировать на бумажной ленте все поисковые переходы испытуемого (эвристические, систематические, случайные). Моменты словесного отчета ис-

пытуемого или вопросы экспериментатора по ходу решения задачи также отмечаются на бумажной ленте машинки № 2 путем включения экспериментатором в эти моменты соленоида $Др_{22}$ (с помощью кнопки $Кн_1$), соединенного с клавишей этой машинки. Для удобства считаемости показаний испытуемого в ходе опыта экспериментатор, нанося автоматически отметку на бумажную ленту, одновременно фиксирует в журнале протоколов опытов высказывания испытуемого под номерами по порядку.

Счетчик электроимпульсов $Сч_1$ ведет суммарный учет всех сигналов, генерируемых шаговым искателем ШИ1. Счетчики $Сч_2$ и $Сч_3$ через переключатели $П_{17}$ и $П_{18}$ обычно используются для учета правильных прогностических реакций испытуемого. Если, например, задача испытуемого состоит в том, чтобы включать лампочку $Л_4$ в течение всего опыта, то каждое результативное совмещение контактов $П_1$, приводящее к зажиганию $Л_4$ и срабатыванию соленоида $Др_4$, учитывается электросчетчиком $Сч_3$. При решении задач второго варианта методики для регистрации используется лентопротяжная машинка № 1 и соленоиды $Др_{19-20}$, включенные с помощью тумблера $Вк_9$ на два положения. При этом одному включенному положению тумблера соответствует один включенный соленоид, другому положению — другой соленоид.

Прибор подключается к сети переменного тока с частотой 50 гц через трансформатор $Тр_1$, понижающий напряжение с 220 до 60 вольт, и выпрямитель, собранный на диодах $Д_5 - Д_8$.

К обработке экспериментальных данных, полученных по этой методике, могут быть успешно применены теоретико-информационные методы исследования, так как здесь возможно количественное сравнение теоретически рассчитанного, вероятностного хода решения с реально осуществленным психологическим процессом решения.

