

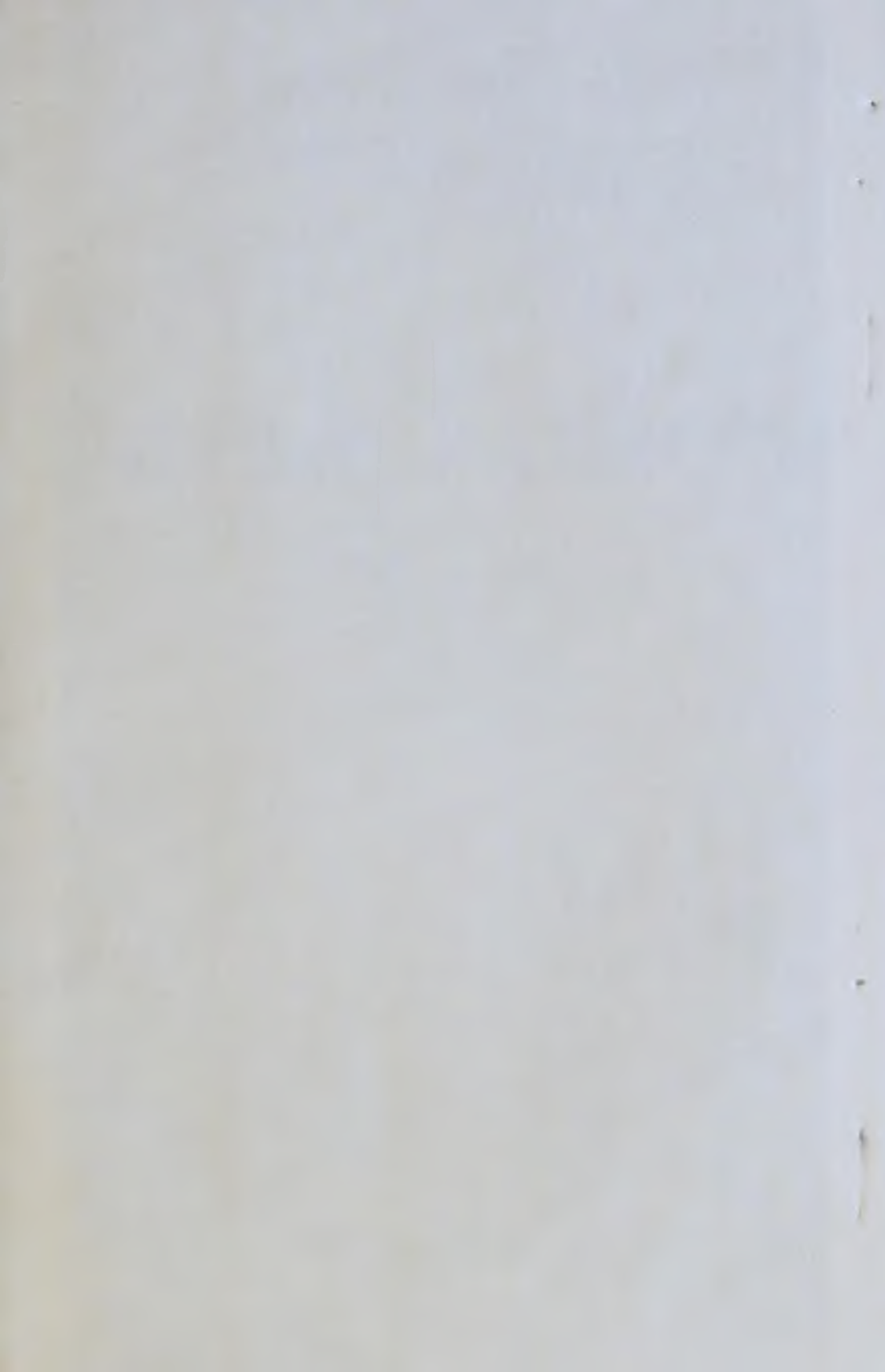
Ученые
записки

Вып. 3-й

Том 2

·1958·







78
- 91.
W
МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ВЫПУСК ТРЕТИЙ

ТОМ II

ГОРНО-АЛТАЙСК
1968

88987.

378
У-91
МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
И Н С Т И Т У Т

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ВЫПУСК III

088987.✓
0
ГОРНО-АЛТАЙСКАЯ ОБЛАСТЬ
БИБЛИОТЕКА •

ГОРНО-АЛТАЙСК
1958

Р е д к о л л е г и я

*Я. И. Бражников, П. Костенков,
И. К. Матвиенко (зам. ответ. редактора),
И. Е. Семин, В. П. Стрезикозин,
ответственный редактор профессор
Б. Г. Хаметов.*

Б. Г. ХАМЕТОВ,
профессор, доктор биологических наук

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ОРГАНИЗМА

(К истории вопроса)

В настоящее время накопился богатый фактический материал, указывающий на то, что при возбуждении клеток, тканей и органов образуются физиологически активные вещества (Самойлов (1924), Быков (1936), Кибяков (1936), Разенков (1936), Кан (1931), Ухтомский (1938), Васильев Л. Л. (1941), Лёви (O, Loewi, 1921), Кэннон (Cannon, 1931), Голиков (1935), Бабкин (1933), Бабский (1937), Коштойнц (1936), Гинецинский (1937), Конради и Михельсон (1935), Кирзон (1935), Жуков (1937), Альперн (1938), Проппер (1937), Черниговский (1938), Бакк (1936), Владимиров (1952) и многие другие.

Одни авторы считают, что эти вещества осуществляют мионевральную и интернейронную передачу возбуждения. Другие авторы (Ухтомский, Беритов (1940), Лапик (1908) полагают, что эти вещества способствуют лишь изменению параметров возбудимости тканей, органов и систем, что имеет значение при переходе их от гетерохронизма к изохронизму или наоборот.

Остановимся на современном состоянии вопроса о том, какие существуют механизмы координации функций органов и организма.

В настоящее время является общепризнанным, что координация функций организма, их чрезвычайно быстрая и тончайшая приспособляемость к непрерывно протекающим изменчивым условиям жизнедеятельности осуществляется посредством двух механизмов, из которых один является нервно-рефлекторным, а другой — гуморальным. В первом случае имеется в виду возникновение реакции, изменение ее в смысле повышения или понижения под влиянием центральных нервных импульсов, возникающих в нервных центрах, как ответная реакция центров на импульсы, приходящие к ним с периферии.

Для протекания рефлекторного процесса имеет большое значение фактор времени. В зависимости от него импульсы могут терять свое значение или суммироваться и вызывать сперва положительный эффект (усиление реакции), а затем отрицательный (торможение реакции). Повышенная возбудимость центров способствует суммации возбуждения и усилению реакции.

Учащение ритма протекающих импульсов на фоне повышения возбудимости центров может привести в начале к усвоению ритма, затем вызывать понижение и полное торможение его реакции.

После того, как проходит нервное воздействие, органы довольно быстро возвращаются к своему исходному состоянию.

При участии гуморальных факторов регуляции различных функций наблюдаются значительно более длительные, гораздо медленнее развивающиеся и исчезающие изменения в состоянии и деятельности органов и систем организма.

Изменение состояния деятельности органов достигается сдвигом химического состава окружающей среды, в которой должна выявляться функциональная способность того или иного органа. Изменение регуляции функций, влияние одного органа на другой в смысле повышения или понижения возбудимости органов и систем организма, распространение и передача возбуждения с одной системы на другую осуществляется еще действием разнообразных химических физиологически активных веществ, выделяемых тканями организма.

Каждый из указанных механизмов регуляции имеет свое место и значение. Нет ни одного процесса в организме, где не участвовал бы тот или иной механизм регуляции или оба вместе.

Каждый из этих механизмов имеет свою историю развития, по мере развития живых существ и организмов значение каждого механизма возрастает. Зачастую трудно бывает установить, что является причиной и что следствием в данном изменении функций органа, какой же механизм вызвал это изменение—гуморальный или нервный, либо тот и другой вместе, одновременно либо в известном следовании друг за другом, причем как общее правило происходит наложение влияния одного на действие другого.

Есть основание допустить, что в начале развития живых существ в природе существовал единственный механизм регуляции жизненных функций—гуморальный. Он имел преобладающее значение в течение долгого времени, пока не произошла полная дифференциация специальных органов и нервной системы. В процессе возникновения и развития живых существ обмен веществ и особенно белковый обмен должен рассматриваться как основной признак жизни, обнаруживаемый тотчас после возникновения организмов, без чего жизнь невозможна, ибо с прекращением обмена веществ прекращается и жизнь, как говорил Энгельс в своей книге „Диалектика природы“.*)

И здесь прежде всего следует иметь в виду значение и роль продуктов обмена веществ в отношении регуляции первичных жизненных функций организма. На наиболее низких ступенях развития живых существ, не имеющих еще никаких признаков нервной системы и органов внутренней секреции, продукты обмена являются единственным регулятором жизненных процессов, образуя собою своеобразную химическую основу гуморальной системы, формы регуляции, управляющую всеми функциями, на первых порах не столь значительными и сложными, как у современных организмов животных и человека.

Трудно отказаться от допущения, что еще на заре возникновения и развития элементов нервной системы гуморальный механизм координации функции сразу отошел на задний план, уступив место только что намечавшемуся нервному механизму.

Координация жизненных отправления животных, стоящих не-

*) Ф. Энгельс, Диалектика природы, стр. 34, 1930.

сколько выше по развитию, усложняется позднее развившимися регуляторными системами. Вновь возникавшие регулирующие системы вступали в связь как между собой, так и с другими ранее возникшими системами, создавая чрезвычайно сложную картину отношений, в которых иногда мы не в состоянии сразу разобраться.

Научная основа изучения гуморальной регуляции впервые была положена Клод Бернаром (1878) и Броун Секаром (1889). Они учили, что в различных клетках тела образуются продукты, принимающие участие в регуляции функций других клеток и тканей органов.

Этот вид регуляции осуществляется специфическими продуктами, образуемыми при жизнедеятельности клеток.

Однако, развитие вопроса о гуморальном механизме регуляции функций организма шло не только в сторону объединения двух механизмов—гуморального и нервного, но имела попытка выделить еще один тип регуляции, который якобы осуществляется продуктами метаболизма. „Однако, регуляция всех функций в организме зависит не только от нервной и гуморальной системы,—писал проф. Тушинов,—но и от промежуточных и конечных продуктов метаболизма (1928—1933)“. Некоторые исследователи утверждают, что имеется как будто основание полагать, что эти вещества составляют особую группу, отличную от веществ, входящих в состав гуморов организма, и действие их осуществляется иным путем, чем гуморальным механизмом.

В этом вопросе наиболее крайнюю, притом совершенно неправильную позицию занял японский ученый Миагава. Он отмечает, что парэнхимальное введение продуктов распада клеток действует на гомологические органы и ткани непосредственно только через кровь, а не через нервную систему или гормоны (1928).

Сравним это мнение Миагава о гуморальной регуляции функций организма с представлениями предыдущих авторов. Он говорит, что все клетки и ткани организма недолговечны, одни образуются, а другие находятся в процессе распада, выделяя в среду организма колоссальное количество продуктов распада (аутолиз). Циркулируя в крови, они оказывают действие на гомологические органы. Таким образом, мы имеем здесь дело с какой-то неизвестной еще нам системой взаимоотношений органов и тканей, с системой саморегуляции жизненных процессов, при которой сами органы и ткани создают вещества, побуждающие их к деятельности. Этот тип регуляции, названный им ауторегуляцией и рассматриваемый как тип самостоятельной системы регуляции жизненных функций организма, ставится в ряд с другими системами регуляции организма—нервной, гуморальной.

Такой же взгляд был высказан А. В. Палладиным (1923) и Абдергальденом (1922). А. В. Палладин развивал следующую мысль: „Механизм согласования работы отдельных частей тела—химический—состоящий в том, что вероятно каждый орган, каждая ткань, а может быть и каждая клетка человека путем выработки особых свойственных ей химических веществ, поступающих прямо в кровь и, разносимых кровью по всему телу, может оказывать определенное влияние на другие части организма, вызывая те или иные изменения в их работе“.

„Эти химические вещества, поступающие прямо в кровь, являются как бы посланниками, приносящими показания или сообщения

из этих органов в другие, часто очень удаленные от первых". Далее он пишет: „Теперь мы можем сказать, что внутренней секрецией обладает, вероятно, каждый орган нашего тела, т. е. все они вырабатывают определенные гормоны, с помощью которых и поддерживается согласованная работа всех частей нашего тела“.

Н. М. Николаев (1936) также, говоря о веществах (продуктах белкового распада), применяемых для терапевтических целей, развивал мысль о том, что не только органы внутренней секреции выделяют в кровь гормоны, но что каждый орган в процессе своей деятельности выделяет т. н. продукты обратного метаморфоза, которые имеют большое значение в общей регуляции обмена веществ организма. Некоторые из этих продуктов в отличие от гормонов называются метаболитами, а другие — гистогормонами.

Также он отмечает, что „продукты искусственного расщепления белка при введении их в организм действуют на него не потому, что в них содержится гистамин или холин, а потому, что в их состав входят еще и другие различные активные вещества“.

Такую мысль в это время развивали и другие. Главная мысль сводилась к тому, что высокоактивные вещества, образуясь при возбуждении нервной системы, оказывают влияние на ее возбудимость, изменяется „настроенность“ центральной нервной системы на приходящие с периферии импульсы; это экспериментально было доказано, в частности, для дыхательного центра, следовательно, имеет значение в регуляции дыхательных движений.

Необходимо признать, что вопрос о гуморальной регуляции, о значении при этом продуктов обмена веществ, в том числе продуктов клеточного обмена (идея о натуральном — клеточном яде разрабатывается и развивается в настоящее время рядом исследователей), является ничем иным, как возвращением к старой, поднятой еще Парацельсом, но до сих пор мало разработанной идеей, выдвинутой так наз. изопатической школой врачей. Уже в XV столетии указывалось на способность всякой ткани, всякого органа оказывать продуктами своей жизнедеятельности полезное действие на организм. На этом было основано лечение больных органов путем применения продуктов одноименных органов от здоровых животных.

В аптеках XVII—XVIII веков имелись препараты головного мозга, крови и многих других органов животных и даже человека для лечения гомологических больных органов. Эта идея остается жизненной и до сих пор, и сейчас медицинская практика пользуется препаратами печени, крови, половых желез и т. д.

Отсюда возникла теория „раздражающей терапии“, применяемая в разных вариантах в медицинской практике и сейчас.

В 1753 г. Галлер (**Haller**) высказал мнение о том, что ход развития процессов при заболевании зависит от количества раздражения. Броун, развивая эту мысль, дальше говорил, что вся жизнь, ее проявление — здоровье, смерть, болезнь и т. д. имеют причиной раздражение. Различные раздражения вызывают утомление, паралич, даже смерть.

Критерием жизни является способность каждой возбудимой системы раздражаться. Раздражение (его действие) передается по различным путям и током крови, и даже просто клетками. Это положение было подхвачено и применено Биром (**Bier**, 1921). Последний

широко начал применять парэнтральное введение крови. Положительный результат, получаемый при этом, автор объяснил раздражающим и стимулирующим кровотоком влиянием вводимой в организм крови.

Позднее Бир, оставив свое прежнее убеждение в отношении действия вводимой крови на кровотворные органы, возвращается вновь к этому вопросу, выступая с теорией раздражения. Вводимый в организм белок по мнению Бира является мощным раздражителем для органов и клеток всего организма. Частицы подвергающегося распаду белка крови током крови разносятся по всему организму и будучи доставленными к органу, приводят его в состояние раздражения. При этом, следовательно, повышается функциональная способность, повышается обмен веществ, улучшается питание тканей. Раздраженные клетки, ткани и органы приобретают способность реагировать сильнее и скорее. Раздражение особенно сильно сказывается в болезненном фокусе, от которого зависит повышенная способность воспалительного фокуса захватывать чуждые организму вещества.

Благодаря этому, введенные парэнтрально вещества оказываются в воспаленных тканях в более высокой концентрации, чем в нормальных. Это раздражение, если оно не слишком сильно, вызывает обострение воспаления, которое, по Бире, и является для организма целительным (лечебное воспаление), т. е. он стремится перевести одну форму протекания болезни в другую—хроническое заболевание перевести в острое (Бир).

Бир, вызывая реактивное воспаление, ищет способ воздействия на орган, чтобы стимулировать повышение его функций и тем самым способствовать процессам выздоровления.

Вейхардт (Veichhardt) выступил с теорией „омницелюлярного действия“ протеинов. Он полагает, что нельзя говорить о каком-то особенном действии введенных веществ на болезненный очаг. Благоприятный эффект зависит от повышения работоспособности всех клеток организма.

Необходимо признать, что когда клетки нервной системы сосудистой, железистой лучше работают, фагоциты, ферменты и антитела продуцируются в повышенном количестве; это сказывается на болезненном фокусе; реакции, которые в нем до этого протекали вяло, делаются более интенсивными, что и сказывается в „обострении“ наблюдаемом в болезненном фокусе (так наз. очаговая реакция), что и ведет к излечению.

Мнение Бира вместе с тем явилось первым отрицанием идеи органоспецифичности, зародившейся в школе изопатов; на смену этой идее была выдвинута гипотеза о неспецифическом действии протеинов вообще.

На основании этого оформилось целое направление неспецифической протеинотерапии, поддерживаемое Биром, затем Шмидтом. Лечебный белковый препарат, приготовленный Шмидтом из молока, находил в то время широкое распространение и применение в различных случаях.

В то время, когда Кнод Бернар выступил с учением о железах внутренней секреции (1878), а ученые переваривали его в голове, Броун-Секар в это время установил новый факт, указывающий на то, что не только железы внутренней секреции, но и другие органы и ткани выделяют в кровь электролитно действующие вещества. Кроме

того, он впервые сформулировал в более отчетливой форме идею о роли и значении продуктов эндокринных желез в механизме внутренней корреляции функций организма (1889).

Броун-Секар считал, что благодаря тому, что в кровь поступают вещества, продуцируемые железами внутренней секреции, устанавливается взаимоотношение между различными клетками организма, которые, таким образом, связываются друг с другом механизмом, отличным от механизма нервной системы.

Таким образом, Броун-Секар является не только продолжателем идей Клод Бернара, но он развил и поднял их на должную высоту; благодаря этому учению стали понятны причины многих заболеваний организма. Учение о гормонах внесло ясность в понимание процессов регуляции жизнедеятельности организма и дало возможность разобратся в тех или иных изменениях организма.

Однако, не все виды расстройства организма могут быть объяснены действием гормонов.

Это усматривал сам Броун-Секар, приходя к заключению, что и другие органы выделяют элективно действующие вещества.

К настоящему времени стало известным, что активные вещества выделяются при работе и деятельности многих органов, нервов, нервных узлов, центров, мышц и т. д., что эти вещества так же как гормоны принимают участие в регуляции жизнедеятельности организма. Таким образом, возникают теории о гормонах органов нежелезистого характера: гормон сердца (Габерландт), паргормон (Глей), гармозон (Герман), гистогормон (Тушнов), аутогормон (Миагава), вещество блуждающего нерва (Лёви), вещество гладких мышц (Кэннон), биогенные стимуляторы (В. П. Филатов), гомоорганические гормоны (Рейхт), соковые свертки (Ретот), костный сок (Галекус), физиологически активные вещества (Быков, Ухтомский) и т. д., из влияния которых складывается внутренний интимный механизм корреляции функции организма. Далее выяснилось, что таким же действием, как эти вещества, обладают и продукты белкового распада (раздражающая терапия), и кроме того на организм оказывают действие самые разнообразные вещества и раздражающие агенты, как, например, коллоидные металлы, кристаллоиды, гипертонический раствор хлористого натрия, дистиллированная вода, тепло, ультрафиолетовые лучи, рентген, радий, кровопускание и многие другие. В основе механизма действия этих факторов на организм, по мнению некоторых авторов, лежит то, что при неспецифической терапии в организм вводятся вещества, физические свойства которых отличны от свойств коллоидов организма, чем вызывается нарушение физического состояния этих коллоидов: изменение дисперсности коллоидов клеток, вязкости, поверхностного натяжения и т. д.

Закс считает, что к первичному изменению физического состояния коллоидов присоединяются затем химические изменения, в частности аутолитические процессы.

В связи с развитием учения о гуморальной регуляции организма о гормонах, о физиологически активных веществах, принимающих также участие в механизме регуляции функции организма, резко изменился взгляд на заболевание организма и на процессы самовосстановления.

В настоящее время можно утверждать, что местных локализо-

ванных заболеваний не существует и не может существовать, ибо каждый орган, ткань или система являются лишь частью целого организма. Поэтому болезнь не ограничивается местом своего возникновения, а болезненный очаг не изолируется от общего и целого, следовательно, изменения, протекающие в этом целом должны сказываться прежде всего на участке более слабом; части, составляющие целое, процессы, развивающиеся в этой части, в свою очередь влияют на состояние этого целого.

Таким образом, симптомы болезней, обнаруживаемые в этом или ином органе, указывают на общее состояние организма, на отклонение совершающихся в нем процессов от нормы (это основное положение).

При каждом заболевании следует учитывать нарушение нормального хода жизненных процессов и прежде всего обмена веществ во всем организме. А поэтому при попытке лечить больного нельзя исходить только из состояния одного органа, где более сильно выявлены симптомы болезни, а необходимо применять способы воздействия на целый организм, чтобы выздоровление шло одновременно и путем улучшения общего состояния. Отсюда возникает вопрос: какими способами воздействия должен располагать медик-практик, чтобы осуществить лечение больного организма, какие мероприятия целесообразны, чтобы воздействовать **не только локально на заболевший орган, но и на весь организм**, помогать ему привести к норме нарушенный ход процессов, в особенности, нарушенный обмен. В чем должна заключаться основная система воздействия при восстановлении нормального хода процессов жизнедеятельности в организме? Поставленный вопрос до сих пор остается в целом не разрешенным.

За последнее время найдены факты, позволяющие судить не только о значении коры больших полушарий для регуляции нормальной работы периферических органов, но и о механизме расстройства функций этих органов в зависимости от состояния коры.

„Однократное или двукратное столкновение пищевой (акт еды) и оборонительной (электроток) реакций вызывает у голодного животного глубокие нарушения секреторной и моторной деятельности желудка (Гуляева, Дзидзигури), внешне-секреторной функции печени и поджелудочной железы (Сазонтов, Курцин) и синтетической функции (проба Квика, проба с нагрузкой галактозой) печени (Закржевский) в течение многих недель... Расстройства секреторной функции желудка и поджелудочной железы, ...протекают параллельно с функциональными расстройствами высшей нервной деятельности животного, которые проявляются в виде общего снижения величины условных рефлексов, появления уравнительной, парадоксальной, тормозной и ультрапарадоксальной фаз и других явлений, характеризующих патологическое состояние нервных клеток“.

Далее И. Т. Курциным отмечается, что восстановление нормальной функции органов пищеварения происходит одновременно с восстановлением нормальной деятельности коры головного мозга.

В основе механизма нарушения функций, а иногда и структуры периферических органов, лежит, как нужно полагать, расстройство регулирующей функции коры головного мозга, трофической, компенсаторной функции в частности. Это отмечается и другими исследованиями.

Таким образом для успешного воздействия на больной организм, чтобы вывести его из состояния деятельности, протекающей на основе патологической закономерности и привести его в норму, прежде всего необходимо понять причину развития болезни. Причина развития некоторых болезней стали выясняться только тогда, когда на смену теории гуморальной регуляции функции организма пришла теория нервной регуляции, выдвинутая С. П. Боткиным, И. П. Павловым и Н. Е. Введенским, основательно разработанная их учениками и последователями (М. К. Петрова (1925—26, 1945—46), Д. А. Лапицкий (1948), В. С. Галкин (1949), М. А. Усиевич (1951), И. Т. Курцин (1951), А. А. Бабкова (1952), Б. Хаметов (1953, 1956) и др.). Согласно этой теории ведущая роль в регуляции функции органов принадлежит нервной системе, а гуморальная регуляция поскольку её агенты, посредством которых она осуществляется, образуются в органах и тканях под влиянием нервных импульсов, входит в нервную регуляцию как одно из звеньев сложной цепи стимулирования и регулирования функции систем и органов.

Гуморальная регуляция организма, как говорилось выше, филогенетически возникла раньше, чем регуляция со стороны нервной системы, поэтому она также подлежит детальному изучению.

Однако, экспериментальное исследование нервной регуляции организма надолго заслонило значение гуморального звена общей регуляции; вопрос вновь всплыл лишь тогда, когда было обращено внимание на значение изменения химизма крови в связи с деятельностью желез внутренней секреции (Клод Бернар, Броун Секар). Встал вопрос и о значении продуктов обмена веществ, как фактора, меняющего химизм внутренней среды, следовательно меняющего и условия деятельности целого ряда органов и всего организма. Таким образом, возникла теория гуморальной регуляции дыхания, теория утомления, в которых главное место отводится продуктам обмена веществ.

В дальнейшем круг факторов, принимающих участие в гуморальной регуляции организма все более и более расширялся и изменение деятельности органов, даже нервных центров, стали объяснять влиянием гуморальных факторов, доставляемых им кровью. Так возникла теория гуморальной регуляции углеводного обмена, работы сердца, сосудов, пищеварительного тракта с его железами. В то же время развивалась и экспериментально обосновывалась теория нервной регуляции тех же органов; так, например, возникла теория нервной регуляции дыхания, сердца, сосудов, углеводного обмена (сахарный укол Клод Бернара) и т. д.

Следует заметить, что в осуществлении влияния гуморальных факторов на функциональное состояние органов играют существенную роль хеморецепторы, рассеянные повсюду—по всем полым органам, но более богата ими кровеносная система.

„Работами нашей лаборатории за последние годы были найдены во всех внутренних органах так называемые интерорецепторы, которые служат информаторами в животном теле о состоянии химического „хозяйства“—так называемые хеморецепторы“. (К. М. Быков*).

Механизм влияния гуморальных факторов на возбудимые обра

* См. материалы по физиологии рецепторов.

зования можно представить двояко: во-первых, они могут оказывать непосредственное влияние на органы и ткани; во-вторых, они могут осуществлять свое действие на них через нервную систему.

„В последние 2—3 года нами (Алексеев, Быков, Иванов, Черниговский) было установлено, что химические и физико-химические изменения, связанные со специфической деятельностью органа являются раздражителями рецепторных аппаратов органа, импульсы от которых направляются по афферентным проводникам в центральную нервную систему. Эта информация служит начальной сигнализацией в сложной цепи авторегуляторного механизма“, писал в 1948 г. К. М. Быков.*)

Благодаря этому обеспечивается тесная связь между влиянием гуморальных и нервных факторов.

Таким образом, существовавшие ранее два учения о нервной и гуморальной регуляции, развивавшиеся в некоторых случаях независимо и изолированно друг от друга, сомкнулись теперь в одно учение о нейрогуморальной регуляции, в которой ведущая роль принадлежит все же нервной системе.

Однако вполне ясно, что изучение их должно идти вместе, так как во всех процессах, протекающих в организме и в регуляции деятельности его органов имеют место и нервные, и гуморальные влияния. Выяснено, что деятельность желез внутренней секреции (надпочечники, поджелудочная железа, щитовидная и др.) так же, как и деятельность других органов, регулируется нервной системой (Павлов, Быков, Разенков, Сперанский, Усиевич и др.) и, с другой стороны, установлено, что состояние иннервируемых органов, даже нервных центров и нервной системы в целом, находится отчасти под влиянием гуморальных факторов; установлено, что деятельность центральной нервной системы может в значительной мере изменяться при изменении деятельности желез внутренней секреции, так, например, о влиянии адреналина, пересадки половых желез, кастрации, удаление щитовидной железы и т. д. говорили Павлов, Петрова (1936—1937), Асратян (1935—1955), Вальков (1924), Усиевич (1938), Михельсон и Кондради (1937), Тонких (1949, 1957), Вартапетов (1947), Гарибян (1955) и др. Нами было показано, что у мышц и нервов, обработанных, физиологически активными веществами, добытыми из мышцы и нерва (а также спинного мозга), при раздражении их ритмически прерываемым электрическим током, повышается у нервно-мышечного аппарата прямая и непрямая возбудимость, повышаются кривые мышечных сокращений, показывают тенденцию к восстановлению его работоспособности. При приложении на перерезанный верхний конец спинного мозга ваты, смоченной раствором физиологически активного вещества, способность его суммировать возбуждения, возникающие на ниже пороговые раздражения, повышается; также повышается способность его иррадиировать возбуждения, укорачивается время спинномозговых рефлексов.

Несмотря на то, что железы внутренней секреции играют огромную роль в регуляции жизнедеятельности организма, однако, возможно, что они занимают небольшое место в гуморальной регуляции,

*** Сборник работ, посвященных памяти проф. Л. А. Андреева, стр. 11, медгиз., 1948.

и их участие должно рассматриваться как частный случай общей гуморальной регуляции, подчиненной в свою очередь нервной, корковой регуляции.

Изменение обмена веществ в различных органах и особенно при различном их состоянии может играть важную роль в процессах гуморальной регуляции. Продукты клеточно-тканевого метаболизма, поступая в кровь, в ряде случаев заметно меняют деятельность других систем организма и в частности работу нервных центров, сердца, дыхательного аппарата.

В настоящее время считается необходимым исследовать оба вида влияния. Перед нами стоит единая проблема нервно-гуморальной регуляции, поэтому в каждом частном случае следует выяснить значение того и другого фактора, установить место каждого в этой общей и сложной цепи регуляции. Здесь особое значение приобретает вопрос о том не вклиниваются ли в типичные иннервационные процессы гуморальные (химические) факторы, так же как и в опытах Костиной Т. Е. (1958), Лехтман Я. Б. (1956), а в гуморальные-нервные влияния, как в опытах и Ильиной А. И., Тонких А. В и др., не связаны ли возбуждения тканей и деятельность органов с образованием химических веществ не только в концевых пластинках раздражаемых нервов, но и с образованием их во время деятельности органов и тканей, непосредственно влияющих на состояние живого субстрата. Не являются ли эти вещества передатчиками возбуждения и не могут ли они изменять функциональное состояние органов, когда они доставляются к ним кровью, лимфой? Вот какова современная постановка вопроса, ожидающего дальнейшего своего изучения.

В 1904 г. Эллиот (Elliot) впервые рассматривал адреналин как химический раздражитель (гуморальный фактор), образующийся в надпочечниках при раздражении симпатической нервной системы. Затем Демур (Demoar) в 1913 г. гипотетически высказал мнение о том, что слюноотделение при раздражении барабанной струны связано с выделением каких-то специфических веществ, поступающих в слюнную железу. Также является важным положение, выдвинутое Лебом и Герри, (1902) по которому изменение функционального состояния органов происходит в результате сдвига ионного равновесия при действии нервных импульсов на ткань.

Это нашло свое подтверждение в работах Ховелла (1902), получившего увеличение ионов калия в содержимом сердца при раздражении парасимпатического нерва; он предположил, что торможение сердца при раздражении блуждающего нерва производится посредством этих ионов.

Ашер (1922), Цондек (1902) пытались связать эффект возбуждения сердечных нервов с освобождением калия при раздражении блуждающего нерва и кальция—при раздражении симпатического нерва. С точки зрения Цвардемакера (Zwardemaker, 1921) можно полагать, что при промывании сердца из клеток сердечной мышцы выходят ионы калия, потому оно и останавливается. Раствор, проходящий через сердце, обогащается ими, поэтому при пропускании этого раствора через остановившееся сердце деятельность последнего восстанавливается.

Таким образом было установлено, что ионные сдвиги имеют известное значение для деятельности сердца, однако, оставалось не

ясным—могут ли эти сдвиги быть признаны первичными причинами изменения сердечной деятельности.

Возможно, что ионный сдвиг является вторичным явлением, сопровождающим изменение сердечной деятельности и создающим определенную подготовку для действия других факторов.

Мысли вышеприведенных авторов были близки к предложению о существовании посредников нервного воздействия.

На этом пути решающее значение имели, с одной стороны, положение, высказанное на основе экспериментального материала А. Ф. Самойловым, положившее основу исследованиям более широкого направления, охватывающим также и центральную нервную систему. С другой стороны, исследования Лёви наметили путь в другом направлении.

Профессор Казанского университета А. Ф. Самойлов пришел к представлению, что процессы протекающие в нерве и в передаточном звене между нервом и мышцей, при пробегании возбуждения, отличаются друг от друга; в нерве преобладают физические компоненты, в передаточном звене—химические. „Если на основании описанных опытов доказано, что на границе между нервом и мышцей заложен механизм, скорость работы которого зависит от температуры так, как скорость химических реакций, то можно принять, что здесь, на границе двух клеток, одна клетка выделяет какое-то, ближе неизвестное вещество, и это вещество служит раздражающим агентом для другой клетки: и в этом состоит переход возбуждения с нервного волокна на мышечное. Обобщая, мы могли бы дальше сказать, что везде, где нет слияния между пограничными клетками и где процесс возбуждения должен перейти с одной клетки на другую, будь то синапс Шеррингтона в центральной нервной системе, будь то граница между эфферентными нервными волокнами и эфферентными органами, мы поймем особенности передачи возбуждения, и потерю во времени, и односторонность передачи, и суммирование и др., если примем, что из двух соприкасающихся клеток одна выработала в себе способность выделять раздражающее вещество, а другая—способность реагировать на это вещество“ (1924).

После высказанного Самойловым предположения о возможности передачи возбуждения с одного образования на другое химическим веществом, образующимся в двигательной нервной клетке во время ее раздражения и функционирования, стали ставиться эксперименты по обнаружению таких веществ в этих местах с дальнейшим анализом по выяснению и природы их.

Профессор А. В. Кияков (1931, 1936, 1947) обнаружил сосудорасширяющие свойства рингеровского раствора, перфузированного через задние конечности лягушки во время раздражения дорзальных корешков спинного мозга.

Проф. Кияков в своей последующей работе показал, что рингеровский раствор, протекающий через сосуды задних конечностей лягушки без всякого раздражения приобретают свойство снимать утомление нервномышечного препарата лягушки, вызванное раздражением одиночными индукционными ударами нерва. Испытания действия этого раствора на изолированное сердце лягушки, как видно из его работы, обнаружили, что раствор не оказывает никакого влияния на только что приготовленные препараты сердца и мышцы, но он

хорошо влияет на изолированное сердце, работающее в течение нескольких часов. При этом большей частью обнаруживается положительно инотропное, а в некоторых случаях — отрицательно и положительно хронотропное действие.

Проф. Кибяков на основании результатов своих опытов делает заключение, что из поперечно-полосатой мышцы легко вымывается в кровеносное русло вещество, которое положительно действует на нервные окончания в момент уменьшения их способности передавать импульсы на мышцу.

В 1935 г. Синицын, а в 1937 г. Ковалева и Некрасов обнаружили, что перфузат, оттекающий из вены задней конечности лягушки во время раздражения симпатического ствола, содержит симпатическое вещество. Последнее, как установили авторы, обладает свойством восстанавливающим работоспособность утомленной мышцы, что проявляется при пропускании этого раствора через такой препарат. Также имеются опыты, которые показывают образование в омываемой крови активных веществ в окончаниях двигательных нервов при раздражении моторного нерва конечности кошки.

Работа Кэннона (1931) и его сотрудников (Ньютон, Цвемер и другие) в основном касается химических факторов передачи возбуждения с волокон вегетативной нервной системы на сердце, железы и гладкую мускулатуру.

При исследовании действия холина, ацетил-холина на скелетную мышцу и на ее сосуды было установлено, что незначительная доза ацетилхолина вызывает сильное расширение сосудов и что ацетилхолин является нормальной составной частью мышечной ткани. Результаты опытов, проведенных в этом направлении, говорят, что содержание ацетилхолина в венозной крови, оттекающей от мышцы, выше в артериальной крови. На основании этого исследователи предположили, что расширение сосудов мышцы при раздражении сосудорасширителей обусловлено образованием в сосудистых нервных окончаниях ацетилхолина, что нашло подтверждение в работе проф. Кибякова, Бабкина и др., о которых речь будет идти дальше.

В 1921 году Лёви (Loewi O.), на основании своих экспериментальных данных, полученных в опытах с изолированными органами, проведенных в течение ряда лет, пришел к выводу, что действие экстракардиальных нервов на мышцу сердца осуществляется посредством особых веществ, образующихся во время раздражения этих нервов.

Он раздражал током ниже средней силы общий ствол блуждающего и симпатического нервов, идущих к сердцу лягушки, питаемому раствором Рингера через канюлю Штрауба. Во время продолжительного раздражения он брал из сердца жидкость, заполнявшую в состоянии прекращения его деятельности и вводил ее в канюлю, через которое питалось другое сердце. Последнее при этом тормозилось. Та же жидкость, введенная в первое сердце, после того, как проходило его торможение, действует подобно (n. Vagi) т. е. вызывает снова торможение.

Методически очень простыми, но по содержанию очень важными опытами Лёви и его сотрудников было прочно обосновано учение об образовании физиологически активных веществ, действующих на иннервируемый субстрат совершенно так же, как само раздражение

нерва, т. е. (*Vagusstoff u. Sympathicusstoff*), по терминологии Лёви, дают вагальный и симпатический эффект. Аналогичными опытами Платнер (*Plattner*) и Рейлант^а (*Rijlant*) в 1925—1937 г. г. было доказано, что физиологически активные вещества образуются и в изолированном сердце теплокровных животных.

Данные вышеприведенных авторов были подтверждены Кан, Болдыревым (1932), Филипповой (1936), Блиновой (1937) и мн. др.

Образование вагусного вещества на целом теплокровном животном было доказано в 1934 году опытами Гансена (*Hansen*) 1932 и Реча (*Rech*). Последние, раздражая сердечные ветви блуждающего нерва беременной морской свинки, обнаружили после короткого латентного периода замедление сердцебиения плода.

В 1922 году Брикманом (*Brinkmann*) и Фон Дамм (*Yon Damm*) были проведены замечательные эксперименты, подтверждающие то, что вещества, образующиеся в сердце при раздражении блуждающего и симпатического нервов, действуют на мышцы пищеварительного тракта так же, как действуют их нервы при раздражении последних (блуждающих и симпатических нервов).

Результаты этих опытов показывают, с одной стороны, что вещества, образуемые при раздражении блуждающего и симпатического нерва, являются достаточно общим и распространенным фактором гуморального механизма передачи нервных воздействий; с другой — качественное различие в конечном эффекте зависит не от вступления в действие особого в каждом случае вещества, а от особенностей самого реагирующего субстрата, а так же — от состояния органов ткани, системы, подвергнутых воздействию данного вещества.

Данные опытов Бринкмана и Фон Дамма приводят к заключению, что, во первых, едва ли можно возбуждение и торможение, вызываемое раздражением отдельных нервов, свести исключительно к существованию специфического иннервационного механизма: во вторых, образуемые вещества в нервных окончаниях вызывают в органах такой эффект (изменение в деятельности органа), какой получается при раздражении данной ветви того или иного нерва, т. е. в каждом органе образуется вещество, вызывающее различный, но специфический эффект для данного органа, что можно отнести не за счет образования в одном и том же нерве различных по количеству веществ, а за счет различия порогов возбуждения реагирующего органа. Все это было впоследствии подтверждено опытами Финкельмана (*Finkelman*), Фельдберга (*Feldberg*) в 1930—32 годах для стенки кишечника и для мышцы желудка. Эти исследователи нашли, что количество ацетилхолиноподобных веществ в крови воротной вены увеличивается при раздражении парасимпатического нерва кишечника. Им же удалось обнаружить, что кровь воротной вены содержит некоторое количество ацетилхолиноподобного вещества и без специального раздражения парасимпатического нерва.

Чрезвычайно интересные данные получены в 1933 году Геллхорном и Норзупом (*Gellhorn, Northup*). Авторы нашли, что проницаемость кишечника лягушки в отношении сахара изменяется одинаково под влиянием раздражения как вагального, так и симпатического нервов.

То же самое они обнаружили и при перфузии сосудов кишечника растворами адреналина и ацетилхолина,

Таким образом, новые данные авторов являются, во-первых, доказательством того, что при деятельности вегетативной нервной системы образуются вещества, участвующие в гуморальной регуляции организма и, во-вторых, из того факта, что раздражение симпатического и парасимпатического нервов одинаково изменяет проницаемость кишечника подобно действию адреналина и ацетилхолина, можно заключить, что в определенных условиях имеется большое сходство с действием этих четырех агентов, каждый из них может вызывать эффект, вызываемый другим.

Важным является то, что ацетилхолиноподобные и адреналиноподобные вещества образуются не только при искусственном раздражении соответствующих нервов, а также и без него при обычной и постоянной деятельности, очевидно, под влиянием приходящих из центра импульсов; указанные вещества влияют на все системы, в том числе на нервы, при деятельном состоянии которых образуются, в свою очередь, симпатикоподобные вещества.

В-третьих, приведенные данные свидетельствуют о том, что круг действия этих веществ не ограничивается сердечно-сосудистой системой и моторной функцией пищеварительного тракта; как выяснилось в настоящее время, эти вещества влияют на проницаемость клеток, изменяют деятельность желез и т. д. Форма влияния этих факторов в различных системах разнится тем, что с одной стороны, они действуют по образу и подобию нервного возбуждения и прямо, с другой стороны, действуя на определенный нерв, они вызывают выделение другого вещества, также гуморального порядка. Г. П. Конради и М. Я. Михельсон (1935), Геллхорп и Норзуп (1933) обнаружили, что нерв, раздраженный ацетилхолином, образует адреналиноподобное вещество.

Из вышеприведенных фактов можно заключить, что блуждающий нерв действует на сердце угнетающим, а на мышцу желудка — возбуждающим образом, что проницаемость стенки кишечника лягушки одинаково изменяется для сахара как под влиянием раздражения симпатического и парасимпатического нервов, так и под влиянием адреналина и ацетилхолина; симпатическое вещество действует на сердце ускоряющим, а на моторную функцию пищеварительного тракта замедляющим образом; вагусное вещество действует на сердце угнетающим, а на моторную функцию пищеварительного тракта — стимулирующим образом. Повидимому, иннервационный механизм, а также механизм действия гуморальных факторов в каждом случае одинаков; качественное же различие в конечном эффекте зависит не от вступления в действие каждый раз особого вещества, а от особенностей и, главным образом, от состояния самого реагирующего субстрата, органа, от различия порогов возбуждения субстрата.

В опытах, проводимых с сшиванием кровеносных сосудов двух собак, было показано влияние гуморальных веществ, образовавшихся при раздражении соответствующего нерва на выделение сока поджелудочной железы у реципиента без раздражения его нерва, а лишь в связи с притоком крови, содержавшей активные вещества (Разенков и Пчелкина).

Наличие гуморального фактора в механизме слюнной секреции было установлено и изучено Бабкиным и его сотрудниками. Бабкин, Аллей и др. (1932—1933) показали, что в крови, оттекающей от

подъязычной слюнной железы, появляется при раздражении (*chordae tumpani*) какое-то вещество (гуморальный фактор), вызывающее секрецию при введении его в артерию другой, даже денервированной железы. В 1934 году Секэр (*Secker*) показал, что внутривенная инъекция хордальной слюны эзеринизированной кошки может сопровождаться изменением кровяного давления и может вызывать секрецию даже денервированных слюнных желез. На том основании, что слюна, введенная внутривенно, может вызвать изменения в кровяном давлении, автор полагает, что в слюне содержатся наряду с ацетилхолиноподобными веществами (вагоподобные) и адреналиноподобные (симпатикоподобные) вещества; от наличия последних иногда происходит повышение кровяного давления.

Образование адреналиноподобного и ацетилхолиноподобного веществ было обнаружено Бакк^{ом} (*Bacg*, 1932), Торнтон^{ом} (*Thornton*, 1934) в концевых нервных аппаратах при раздражении парасимпатического и симпатического нервов глаза и легких.

Образование гуморального фактора при раздражении симпатического нерва было обнаружено Энгельгардтом (1931). Он установил поступление ацетилхолиноподобных веществ в водянистую влагу глаза кролика при раздражении глазодвигательного нерва.

Нами (1941—43) исследовалось наличие в слюне физиологически активных веществ (гуморальных факторов), при этом было установлено, что слюна, собранная из слюнных протоков у человека и животных на изолированном по Штраубе сердце лягушки дает положительно инотропный, а иногда и хронотропный эффект (Хаметов, Саркисова, Королева).

Авторы, сопоставляя свои данные с данными предыдущих авторов, заключают, что в слюне всегда имеется некоторое количество физиологически активных веществ, которые выделяются во время деятельности желез без особого дополнительного раздражения нервов, причиной чего, по-видимому, является влиянием центров (центральный тонус).

Физиологически активные вещества, образующиеся во время деятельности желез, принимают участие не только в секреторной функции своих желез, но и в регуляции функций сердца и вполне возможно еще и целого ряда других органов.

Исключительный интерес представляют работы, вышедшие из лаборатории З. В. Довгань (1951) и А. В. Соловьева. Результаты опытов этих авторов имеют самое близкое отношение к нашим данным. А. В. Соловьев пишет: „... Согласно нашим данным... молоко является возбудителем симпатической системы. Кроме того, молоко в самом себе несет симпатикотропные вещества, заменяющие, как видно, в молодом организме мало развитую еще симпатическую систему“ (1951).

Не говоря уже о важности полученных результатов в одном специальном направлении, они позволяют еще усмотреть нервнорефлекторный и гуморальный механизмы регуляции функции органов в единстве.

Гуморальный механизм регуляции в большинстве случаев может быть рассмотрен как нервно-рефлекторное влияние только с той разницей, что в одном случае нервное влияние доставляется органу или аппарату непосредственно нервными путями, а в другом случае его

влияние осуществляется продуктами этой же первой системы, доставляемыми органам крови, можно с удовольствием отметить, что мы нашли одно и то же не только в разных объектах, но и наше предположение о выделении физиологически активных веществ при деятельности того или иного органа, которые принимают участие в регуляции функции органов, подтвердилось новыми исследованиями.

Большой интерес представляют работы Кэннона, проведенные с его сотрудниками в 1931 году. В трудах этих авторов описываются результаты опытов над денервированным сердцем кошки, у которой наблюдалось учащение сердцебиений при эмоциональном воздействии на нее. Этот эффект сохранился и тогда, когда устранялись одновременно или последовательно даже такие причины, с действием которых можно было бы связать этот эффект; так, например, устранялось повышение кровяного давления, повышение температуры, выделение адреналина надпочечниками или хромофиновой тканью, устранялось участие в эффекте печени, поджелудочной железы и ряда других желез внутренней секреции, но он исчезал после полного удаления симпатической нервной системы.

Кэннон и Бакк (1931) в опытах с денервированными органами показали значение симпатической нервной системы в гуморальной регуляции функции органов. На основании того, что при раздражении периферического отрезка (оставшегося после перерезки брюшной симпатической цепочки), по которому импульс мог идти только с хвоста животного, авторы заключили, что симпатическое нервное воздействие на гладкую мышечную клетку связано с освобождением и поступлением в кровь особого симпатического вещества, которое, по-видимому, имеет непосредственное отношение к гладкой мускулатуре. Оно, попадая в кровь, разносится по всему организму и вызывает в денервированных органах симпатический эффект, т. е. учащение сердцебиений, торможение моторики пищеварительного тракта и т. д.

Бакк в своих дальнейших исследованиях, а также совместно с Бруа (Brouha, 1932) показали, что этот новый гуморальный фактор, названный авторами „симпатин“, образуется при изолированном раздражении постганглионарных симпатических волокон. Дегенерация двигательных нервных волокон бедренного нерва, вызванная предварительной перерезкой передних корешков спинного мозга, не изменяет симпатический эффект на денервированном сердце кошки при периферическом раздражении двигательного нерва ноги (Бакк), эффект исчезает совсем лишь после удаления звездчатого ганглия.

Далее Кэннон и Розенблют (Rosenbluth, 1933—1937), анализируя влияние симпатина на различные органы, высказали мнение о существовании двоякого рода симпатина: симпатин—Е возбуждения (*extitatoru*) и симпатин i—торможения (*inhibitor*); при сокращении гладкой мускулатуры образуется Е, а при расслаблении i. Симпатина i образуется меньше, чем симпатина Е.

Об образовании медиаторов в нервных окончаниях, активных веществ в нервных и мышечных тканях или органах, а также о значении этих веществ для передачи возбуждения с нейрона на нейрон или на эффектор, или для регуляции деятельности органов и, наконец, о влиянии симпатического и парасимпатического нервов на иннервируемый орган получены доказательства в опытах Гинецинского (1923)

1937, 1946, 1947), Д. М. Гедевани (1938), А. В. Волковой (1951), А. Т. Фудорожевой (1932), а так же в физиологических лабораториях необъятной нашей страны: Томского медицинского института (Б. И. Баяндуров, Н. И. Корчуганов, А. С. Коников, А. С. Саратиков), Ленинградского пединститута им. Герцена (С. И. Гальперин, И. С. Александров, Г. И. Буховец и др.), Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова (Б. И. Кадыков, А. В. Лебединский и др.), Казанского медицинского института (А. В. Кибяков, А. В. Волкова, Д. И. Малкина, Л. В. Тухватуллина и др.), Латвийского (Рига) государственного университета (А. А. Зубков и др.), института физиологии Академии наук СССР (С. Р. Зубкова, Б. И. Каменская, Т. В. Правдич-Неминская и др.), Читинского мединститута (И. Д. Боечко, 1957), Куйбышевского пединститута (Б. Г. Хаметов, А. И. Алексеева, К. И. Королева, Е. М. Захарова, О. И. Саркисова, К. П. Иванова и др.), Ростовского на Дону педагогического института (Р. Б. Гарибьян, Н. Н. Зайношева и др.), Украинского института экспериментальной эндокринологии и Харьковского медицинского института (А. М. Утевский, М. И. Барц, М. Л. Бутон и др.), института физиологии Академии наук Грузинской ССР (В. В. Воронин, И. Д. Гедеванишвили), института экспериментальной медицины Академии медицинских наук СССР (В. С. Шевелева), Северо-Осетинского медицинского института (С. М. Трегубов), Хабаровского медицинского института (Н. Н. Аносов), института акушерства и гинекологии Академии медицинских наук СССР (Е. М. Беркович), института эволюционной физиологии высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова (Е. Н. Сперонская и др.), института физиологии Академии наук СССР (С. Я. Рапопорт, К. А. Герчикова и др.), Красноярского пединститута (А. С. Коников, Н. Я. Волкинд, А. Н. Дегтярева и др.).

Акад. А. А. Орбели (1944) со своими сотрудниками установил значение симпатической нервной системы для деятельности поперечно-полосатой мускулатуры.

Они показали, какое отношение имеет симпатическая нервная система к тоническим сокращениям поперечно-полосатой мышцы. Это в более отчетливой форме обнаружили авторы при анализе вульпиан-гайденгайновского феномена. Раздражая симпатический компонент нерва языка, они вызывали резкое усиление тономоторных сокращений языка, обусловленных возбуждением язычного нерва в то время, при раздражении бульбарных нервов, на фоне некоторой стадии перерождения, но еще не дегенерированных полностью волокон подъязычного нерва, было отмечено угнетение тономоторного эффекта мышцы языка.

Ленгле (Langley, 1908, 1916) высказал мысль, что тономоторный эффект обусловлен действием на измененную мышцу каких-то продуктов обмена веществ.

Эта мысль подтверждается результатами наших опытов, проведенных с раздражением одной задней конечности кураризованной лягушки, установлено, что раздражение мышцы конечности вносит изменение в работу сердца, дыхательного аппарата и сказывается на характере сокращения мышцы другой конечности, связанной с первой (раздражаемой конечностью) лишь сосудами кровообращения, по которым нормально циркулировала кровь как через сердце, так и все другие органы, в частности и через эти конечности.

Эти изменения объяснялись нами образованием физиологически

активных веществ в раздражаемой конечности. Они, попадая в общий ток крови, разносятся по всему организму и вызывают изменение в нервной системе и в том или ином органе, ускоряя или замедляя его деятельность в зависимости от уровня этой деятельности и концентрации веществ, доставляемых к нему кровью. К такому заключению приходит и И. П. Гаранина (1958).

Имеется указание на то, что таким веществом является ацетилхолин, освобождающийся в нервных окончаниях в стенках сосудов, что он вызывает расширение сосудов и одновременно вызывает в мышце тономоторный эффект. О значении гуморального фактора (симпатина) в поддержании тонической деятельности скелетной и гладкой мускулатуры приведены факты А. В. Кибяковым, Н. Е. Пионтан и Н. Г. Богдановым (1957).

Мышцы нижней конечности при дегенерации двигательных нервов после перерезки спинальных корешков также обнаруживают тономоторный эффект.

На основании того, что некоторым исследователям удалось при раздражении нерва языка обнаружить в венозной крови последнего ацетилхолиноподобное вещество, более определенно стали говорить об образовании гуморального фактора при раздражении двигательного нерва поперечно-полосатой мышцы и передаче возбуждения с одного образования на другое (Ковалева и Некрасов 1937, 1947).

Оно было обнаружено также при раздражении одного двигательного нерва после регенерации симпатических компонентов этого нерва. Перфузия денервированной поперечно-полосатой мышцы раствором ацетилхолина вызывает у нее тономоторный эффект.

Образование физиологически активных веществ в нервных узлах симпатической нервной системы, в нервных центрах при передаче возбуждения с одного нейрона на другой, было показано на удачно избранном объекте проф. Кибяковым А. В. (1931, 1936, 1941, 1957) и Риккль (1935), Росиным (1935), в опытах которых было показано, что действие образующихся веществ аналогично нервным импульсам, передающим возбуждение с одного нейрона на другой.

В момент установления твердого убеждения об образовании медиаторов в нервных окончаниях вегетативной системы были получены первые данные об образовании подобных веществ при раздражении стволов и перерезанных концов соматических нервов (Бабский Е. Б., Росин Я. Я., Хаметов Б. Г.). Таким образом появились факты, доказывающие, что выделение активных веществ свойственно не только вегетативным нервам и их окончаниям, но этим свойством обладают и другие нервы, могут их выделять в достаточном для анализа количестве, если представится на это случай.

Далее выяснилось, что аналогичные вещества образуются и в мышечной ткани. При особом приеме раздражения и изолирования, возбуждаемых анодического и катодического участков мышцы друг от друга, нам удалось обнаружить выделение катодическим и анодическим участками мышц вещества, сходные по своим действиям адреналиноподобному и ацетилхолиноподобному веществам.

Испытание растворов, в которых отдельные концы портняжной и икроножной мышцы, прямой мышцы живота и гладкой мускулатуры желудка, а также изолированного седалищного нерва и спинного (обнаженного) мозга лягушки раздражались ритмично прерыв-

ваемым постоянным током или замыкательными индукционными ударами, показало, что собранные таким путем растворы из двух участков в отдельные полюсовые чашечки (конец мышцы, помещенный в чашечку с рингеровским раствором) подвергался действию только одного полюса раздражающего тока (с самого начала проявили в своих действиях) при пробе на изолированном сердце лягушки (противоположный характер).

Раствор катодической чашечки (катраствор) даже при сильном раздражении (1 : 20, 1 : 15, 1 : 10) вызывал повышение амплитуды и учащения ритма ослабленного до этого изолированного сердца лягушки; анраствор, наоборот, в том же разведении вызывал ослабление и торможение сердечной деятельности.

Слабое разведение (более высокой концентрации) их выявляли действие несколько иного характера: катодический раствор угнетал, анодический—несколько усиливал деятельность сердца. При этом действие катраствора выражено более сильно, чем действие анраствора.

Разумеется, мы должны были ответить на вопрос, законно возникший в ходе выполнения работы: не содержатся ли в наших растворах обычные продукты метаболизма, быть может, они то и оказывают определенное действие на сердце?

Опыты, специально проведенные нами (Саркисова, Кастроль, Левит, Королева и Хаметов) в нескольких вариантах, показали, что продукты метаболизма, диффундируемые в раствор из икраножной и портняжной мышцы в условиях ритмичного раздражения их замыкательными ударами индукционного тока ничего сходного с действием кат.-анрастворов не имеют.

Метод, примененный нами для выяснения действия полюсов раздражающего тока на мышцы, дал возможность установить, что при прямом раздражении мышцы можно обнаружить в окружающем ее растворе наличие физиологически активных веществ, специфическое действие которых обнаруживается при испытании на тестобъекте—на изолированном сердце лягушки.

На основании выше сказанного мы склонны принять, что во время раздражения и возбуждения мышцы образуются физиологически активные вещества, разные по характеру своего действия под катодом и анодом.

Проверочные опыты показали, что как бы долго ни раздражались концы убитой мышцы в чашечках с рингеровским раствором и как бы долго не находились концы свежей мышцы без раздражения в этих чашечках, от этого свойство рингеровского раствора не изменяется. Раствор Рингера может приобретать описанные свойства, если в него поступают вещества, образующиеся при раздражении и возбуждении живой мышцы.

На основании результатов, проведенных контрольных опытов (1951) также следует заметить, что активное начало кат. и анрастворов зависит не столько от изменения их ионного состава, сколько от новых органических веществ, выделяемых функционирующей мышцей в состав растворов. Активное начало растворов ослабляется или исчезает совсем в большей части опытов при нагревании растворов до 70—80°C, что подтверждает сказанное.

В опытах с вытяжками из тканей беспозвоночных, позвоночных

животных и растений А. С. Конилов, Н. Я. Волкинд и А. Н. Дегтярева (1957) обнаружили две группы физиологически активных веществ, влияющих на изолированное сердце лягушки противоположно.

В вытяжках надглоточного и подглоточного ганглиев и брюшной цепочки дождевого червя, нервной системы, жирового тела, половых желез куколки дубового шелкопряда, вытяжки из разных отделов центральной нервной системы лягушки (в „сыром“ виде), в коже, побегах и корешке поросших семян гороха найдены физиологически активные вещества возбуждающего действия; вытяжки из грены, нервной системы (брюшной цепочки), гемолимфа куколки дубового шелкопряда (а также гемолимфа куколок, находящихся в диапаузе и после выхода из нее), вытяжки из продолговатого, среднего промежуточного и конечного мозга, подвергнутые действию высокой температуры, вытяжки из семядолей, стебелька и из целого проросшего семени гороха показали наличие веществ тормозящего действия.

Проф. А. Ф. Самойлов и М. А. Киселев (1927) считали, что некоторые формы явлений реципрокного торможения трудно истолковывать как результат попадания каждого следующего импульса в рефлекторную фазу от предыдущего; по их мнению, также в синапсе происходит выделение особого вещества, оказывающего тормозящее влияние на нервные клетки.

Мысль о том, что такой же нейрогуморальный механизм существует в цереброспинальных соматических аппаратах, была высказана также Шеррингтоном (1925). Последний на основании теоретического анализа процессов центрального возбуждения и торможения высказал предположение об образовании посредника при прохождении нервного импульса через интерневральный синапс. По Шеррингтону, выделение химического активного вещества в синапсе происходит при поступлении всякого импульса. Определенная концентрация этого вещества действует возбуждающим образом на дендриты другого нейрона.

Если проф. А. Ф. Самойлов так ставит вопрос в отношении центральной нервной системы, т. е. передачи возбуждения с одного нейрона на другой, то проторение пути, суммация возбуждений должны осуществляться путем образования в достаточном количестве (пороговая концентрация) активных веществ; в таком случае нервные окончания и парабактеризованный участок нервного проводника вполне можно аналогизировать с нервными центрами, как об этом высказывался Н. Е. Введенский. Он говорил: „Нервные окончания, чем вам не центр“ или „в парабактерическом участке нервное волокно приобретает свойство нервного окончания“ (1891, 1901).

К этому очень близко стоит высказывание И. П. Павлова: „Безусловный или хорошо выработанный условный раздражитель, конечно, вызывает деятельное состояние определенного отдела головного мозга... Очевидно, что к этому центру направляются раздражения, производимые в то же время внешними агентами в клетках коры больших полушарий; путь для этих раздражений именно к этому центру является особенно облегченным, а после нескольких совпадений — проторенным.

... Если к рефлекторно раздраженному центру направляются раздражение из клеток коры больших полушарий, то то же самое должно было произойти и в отношении автоматически, внутренними

агентами, составом и свойствами крови, раздражаемого центра, что подтвердилось**.

Таким образом, можно допустить, что при передаче возбуждения с одного элемента на другой большое значение имеют концентрации выделяемых активных веществ. Одни концентрации могут вызывать явления возбуждения, другие, более высокие, могут приводить субстрат в состояние торможения, при этом разумеется, большое значение имеют пороги раздражения, определяемые свойствами структуры и состоянием живого образования.

Из всего сказанного видно, что за последнюю четверть века, благодаря работам А. Ф. Самойлова, К. М. Быкова, А. В. Кибякова, И. П. Разенкова, Леви Кэннона, Бакк и др., развилось стройное учение о гуморальной передаче нервных импульсов, учение об образовании при раздражении и деятельности возбудимой ткани активных веществ, которые являются факторами гуморальной регуляции функции организма. Понятие о природе этих веществ, пройдя свою эволюцию**, установилось теперь как нечто определенное, а именно то, что активные вещества являются продуктами белкового метаболизма.

Мы выдвинули гипотезу о реализации симпатических нервных импульсов продуктами белковых превращений типа тех, которые образуются из белка под действием исключительно сильных физических и химических факторов...

... Что природу симпатического агента следует искать в продуктах белкового метаболизма типа тех, какие образуются из белка в условиях колоссального раздражения при чрезвычайных разведениях белка и близких к тем, какие образуются из белка в условиях интенсивного кислотного гидролиза белка... и, наконец, "...выдвинуть положение, что физиологическую активность суммарных продуктов интенсивного кислотного гидролиза белка следует приписать каким-то веществам пуринового ряда", — писал проф. Чукичев в 1940 году.

Эти вещества должны выделяться всеми клетками и тканями, как продукты обмена веществ, общим и свойственным для всех клеток и тканей процессом, но в то же время протекающим согласно их структурным и функциональным особенностям, а поэтому специфическим для каждого вида клеток и тканей.

Выводы проф. И. П. Чукичева об активном действии продуктов белкового обмена, происходящих в условиях кислотного гидролиза, и наша рабочая гипотеза, допущенная по поводу значения для регуляции жизненных процессов некоторых продуктов расщепления веществ, образующихся во время обмена веществ вообще, находят подтверждение в опытах с изолированным сердцем холоднокровных и теплокровных животных, проведенных с продуктами трипсинового расщепления поперечнополосатой мускулатуры скелета и мышцы сердца (Сергиевский (1937), Сергиевский и Соломин (1938), Соломин (1938)).

Применяя метод фракционирования в отношении цельного продукта трипсинового расщепления поперечнополосатой и сердечной мышц, удалось выделить несколько фракций, отличающихся друг от

* Полное собр. соч., т. IV, стр. 31, 1951.

** История вопроса излагается подробно проф. Чукичевым И. П. в книге "Симпатическая нервная трофика в физиологии и клинике", 1940 г.

друга по своим специфическим действиям, которые объяснялись нами различием аминокислотного состава, присутствием других азотосодержащих и экстрактивных веществ. Среди веществ распада образовавшихся в результате обработки мышечной ткани трипсином, имеются вещества, обладающие не только отрицательным инотропным действием, но также имеются среди них вещества, производящие сильное положительное инотропное действие. Поэтому у одних фракций более ясно выражено угнетающее, у других возбуждающее действие при пробе на изолированном сердце. Малоактивность цельного препарата, видимо, нужно объяснить тем, что противоположно действующие вещества входящие в состав цельного препарата, в той или иной мере нейтрализуют друг друга. При этом в действии цельного препарата более ясно выражено угнетающее влияние и значительно слабее стимулирующее. То же самое относится к препаратам высокой концентрации (1941).

Говоря об угнетающем действии растворов высокой концентрации следует решить вопрос: является ли оно результатом суммирования действия угнетающих веществ, входящих в состав препарата, которые в малой концентрации раствора еще не обнаруживают его, либо затушевывается действием стимулирующих веществ, или угнетающее влияние их является результатом того, что действие стимуляторов (физиологически активных—возбуждающих веществ) при высокой концентрации растворов начинает проявлять угнетающее действие, как это показано рядом исследователей в отношении многих стимуляторов (адреналина, брома и др.), а также нами в отношении сильной концентрации кат.—анрастворов (1947).

Активные вещества должны выделяться из клеток и тканей в окружающую среду—лимфу и кровь все время, пока ткань раздражается и реагирует, пока протекает в них обмен веществ, следовательно, физиологически активные вещества являются постоянным компонентом внутренней среды, поэтому все ткани и органы непрерывно находятся под влиянием этих веществ, тем более, что незначительная часть грамма (стотысячных—миллионных разведений) достаточна для того, чтобы изменить уровень жизнедеятельности тканей и органов. Метаболиты белкового гидролиза, как активные вещества, как факторы гуморальной регуляции раскрывают глубокий смысл высказывания Ф. Энгельса об обмене веществ, протекающем в первоначальных живых существах (в белковых телах), и о том, какое значение имеет белковый обмен для поддержания жизни.

Таким образом, выясняется еще одна очень важная сторона обмена веществ. В процессе обмена веществ организм получает возможность не только возобновить свой клеточный состав и непрерывно быть в движении (в функциональном состоянии) в счет того же обмена, но он еще получает постоянный раздражитель, под действием которого чувствительность тканей, органов и организма повышается к воздействиям факторов внешнего и внутреннего мира и посредством которого они настраиваются, приводятся в готовое состояние для ответной реакции на раздражение. Это очень важный факт, существенный момент обмена веществ. Для поддержания жизнедеятельности организма, его органов очень важно и необходимо устанавливать рабочее состояние, т. е. поднять интенсивность обмена веществ этого органа на определенный уровень, в котором продукты

клеточного метаболизма занимают исключительное место, можно сказать,—осуществляют механизм саморегуляции.

Существенное место в этом механизме отводится и воздействиям внешней (Сеченов, 1861), Павлов (том I, III), Введенский (1913), Тимирязев (1949), Мичурин (1948) и внутренней среды (Быков, 1947). Отсюда девиз И. М. Сеченова „организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен...“, это, несомненно, было главной причиной успешного развития живых существ после их возникновения. Но влияние внешней среды на интимные стороны процессов клеток и тканей возможно представить на современном уровне развития высших организмов лишь через нервную систему. Таким образом, даже клеточно-тканевые процессы, как бы они ни были малы, имеющие на первый взгляд значение исключительно частного порядка лишь для самих клеток и тканей, все же находятся под влиянием центральной нервной системы, что обнаруживается и в наших опытах, о чем речь была впереди (1956).

Но централизация и подчинение процессов, в том числе клеточных и тканевых, осуществляется на основе более выгодного и очень экономного для деятельности центральной нервной системы, в котором, несомненно, существенная роль принадлежит клеточным метаболитам, в том смысле, что они настраивают клетки, ткани всего организма, поднимают жизненный уровень и работоспособность на новую, еще более высокую ступень. В этом отношении правы представители мичуринской биологии и физиологической школы Павлова и Введенского, когда заявляют, что организм пластичен, податлив, природа живых существ—растений, животных и человека—делаема, воспитуема и управляема (И. В. Мичурин, А. И. Опарин).

Н. Е. Введенский, разбирая вопрос о проявлении целесообразности в строении и деятельности некоторых специальных органов (мышцы, сердца, нерва, электрический орган рыбы, орган светящегося насекомого и др.), приходит к необходимости допустить, „что ход чисто химических и физических действий в организмах направляется как бы к совершенно определенным биологическим задачам и целям“. И чем дальше углублялось физиологическое исследование, тем более являлось необходимым считаться с двумя фактами: с приспособляемостью живого вещества к условиям его существования и целесообразностью отправлений в интересах поддержания жизни индивида и жизни вида.

В последние десятилетия совершился,—говорил Н. Е. Введенский (1917),—новый важный прогресс в деле изучения отправлений животного организма. Это произошло прежде всего благодаря исследованию внутренних секретов, однако отнюдь не путем химического их анализа. Установлено на целом ряде желез и других органов, что они поставляют в кровь и лимфу некоторые продукты, которые получили название гормонов. Гормоны поджелудочной железы регулируют функцию печени; гормоны, образующиеся в связи с развитием эмбриона, возбуждают деятельность молочных желез и т. п. И все это протекает совсем независимо от влияния нервной системы. Эта последняя рассматривалась прежде как единственный и общий регулятор отправлений организма. Учение о гормонах установило, что взаимодействия и соотношения между органами устанавливаются и помимо нервных влияний: обобщение в высшей степени важное, ко-

торое распространяется и на животных, не имеющих центральной нервной системы, и даже на растительные организмы.

В недавнее время Шарль Рише открыл одно новое свойство организма, которое получило название анафилаксии. После введения в организм некоторых чуждых веществ в нем развивается крайне повышенная чувствительность к введению очень малых количеств того же самого вещества; эта чувствительность через известное время становится столь высокой, что теперь ничтожная доза становится уже смертельной. Опять же выясняется одно из свойств организма, позволяющее осветить многие физиологические и патологические явления.

В новейшее же время установлен важный и оригинальный факт. Кровь животного после выпрыскивания ему крови от животного другого рода получает новое свойство: сыворотка его становится способной давать осадки от прибавления крови того животного, кровь которого выпрыскивалась. Эта биологическая или физиологическая реакция дает основание установить, что для каждого вида животных существуют свои особые специфические белки. Обычный химический анализ бесконечно далек от установления подобных тонких и бесчисленных различий в свойствах белков, специфичных для вида животного. Опять же это обобщение надо распространить на весь животный мир, а по некоторым указаниям—также и на мир растений.

С другой стороны, рядом с постоянством и специфичностью белков у разных видов животных установлена крайняя отзывчивость живого организма на те или другие, повидимому, случайные и временные переживания. Достаточно указать на образование антитоксинов, защитных ферментов, цитолизинов, агглютининов и т. д. и т. д.

Однако химическая структура этих веществ, за исключением только некоторых, остается пока неизвестной. Мы судим о них только по реакциям на них живого организма (Н. Е. Введенский*).

Академик В. П. Филатов на основании результатов большого количества клинических опытов создал учение о роли тканевых биогенных стимуляторов. Основным теоретическим положением этого учения является то, что физиологически активные вещества, „биогенные стимуляторы“, по В. П. Филатову, образующиеся в тканях при консервации в соответствующих условиях, обладают значительным стимулирующим свойством и оказывают при введении их в организм огромное влияние на ткани и органы, деятельность которых зависит от нейрогуморальных факторов. Известно, что основанием для этого нового способа активизации организма, разработанного академиком Филатовым, было просветление бельма после пересадки трупной, консервированной на холоде роговицы.

Восстановление прозрачности помутневшей роговицы объяснялось автором появлением физиологически активных веществ—биологических стимуляторов, усиливающих регенеративные свойства ткани.

Хорошие результаты, наблюдаемые после лечебной передачи роговицы, послужили основанием к применению с лечебной целью и других консервированных тканей. Дальнейшие исследования сотрудников, учеников В. П. Филатова и его самого привели к выводу, что

* Русский физиологический журнал, г. 1, вып. 1-2. 1917. Там же см. Н. Е. Введенский „избранные произведения“ редакция проф. М. Г. Дурмышьяна, 1952.

подсадка под кожу человека различных тканей оказывает терапевтическое действие при ряде заболеваний. При этом он высказал положение, опираясь на которое можно объяснить механизм действия пересаженной ткани на организм. Оно состоит в том, что консервация тканей на холоде и в темноте ведет к накоплению в пересадочном материале особых—активных веществ, по природе близких к продуктам метаболизма, восстанавливающих и усиливающих жизненные процессы органов и организма в целом. Эти активные вещества—стимуляторы, будучи введены в больной организм, возбуждают и активируют его физиологические реакции (функции) и ведут к выздоровлению.

Школа академика В. П. Филатова, широко пользуясь биогенными стимуляторами, достигла больших успехов в тканевой терапии. Пересадки кожи, слизистой оболочки губ, хрящей, плаценты и др., вызывают усиление физиологических функций ряда органов и тканей. Так, Бушмич наблюдал повышение остроты зрения после пересадки консервированной кожи. Проф. Файтельберг, Очан и Евдокимов обнаружили усиление секреции желудочного сока с повышением кислотности и белкового фермента у собак с павловским изолированным желудочком после пересадки консервированной на холоде кожи. Физиологически активные вещества, накопившиеся за время консервации на холоде в жидкости передней камеры бычьего глаза, вызывает резкое изменение в деятельности изолированного по Траубе сердца лягушки (Очан и Файтельберг)*.

Основываясь на результатах вышеписанных опытов и учтя положительный опыт школы В. П. Филатова с биогенными стимуляторами, а также руководствуясь теоретическими соображениями, мы пользовались биогенными стимуляторами для ускорения регенерационного процесса поврежденной ткани. Чтобы стимулировать деятельность ткани в поврежденном и воспаленном очаге и чтобы сдвинуть подавленную функцию организма при наличии этих очагов, мы применяли консервированную кожу (срок консервации 5—6 дней).

Результаты показали, что пересадка консервированной кожи отчетливо вызывало ускорение заживления ран как поверхностных, так и глубоких. Положительный результат опытов объясняется нами тем, что физиологически активные вещества, образовавшиеся в коже во время ее консервации на холоде, поступают во внутреннюю среду и оказывают влияние на весь организм животного, повышая его обмен веществ и, мобилизуя защитно-трофическую функцию организма и тканей воспаленного очага (1943).

Сопоставление результатов опытов по ускорению заживления ран, проведенных с применением биогенных стимуляторов и соков черноплодной рябины и облепихи, позволяют нам заключить, что сильным стимулирующим свойством обладают биогенные факторы, образующиеся в изолированных тканях и органах при их консервации или раздражении, а также в самом организме при введении нового раздражителя—возбудителя, чем растительные стимуляторы, находящиеся в соках черноплодной рябины и облепихи (1957).

* См. Файтельберг и Хаметов „Влияние пересадки консервированной кожи на скорость заживления ран“, Учен. зап. Куйбышевского пединститута, выпуск 7, 1943.

М. Сальников и Н. Керсоновский обратили внимание животноводов на необходимость широкого применения тканевых биогенных стимуляторов, изготовленных по способу академика Филатова, для ускорения роста и откорма сельскохозяйственных животных, в первую очередь откормочных свиней.

Авторы на основании проведенных наблюдений на группах откормочных свиней в Прутском, Славгородском, Рубцовском, Третьяковском и Топчихинском откормсовхозах; Славгородском, Угловском и Егорьевском совхозах и некоторых других хозяйствах Алтайского края—всего на 2032 голов свиней пришли к выводу, что физиологически активные вещества (тканевые стимуляторы), полученные в консервированных по Филатову тканях, являются чрезвычайно эффективным средством в борьбе за повышение товарно-продуктивности животных. У подопытных животных был получен дополнительный привес по сравнению с контрольными группами от 44 до 611 граммов в день на одну голову.

Говоря о механизме действия стимуляторов (активаторов) на организм, авторы замечают, что тканевые стимуляторы восстанавливают регулирующее влияние центральной нервной системы на обмен веществ, усиливают кроветворение, активизируют защитные силы организма против болезней.

Далее отмечают, что при введении стимуляторов в организм у животных повышается аппетит, ускоряет рост и увеличиваются привесы (1958). Эти показания авторов вполне совпадают с нашими результатами, полученными в опытах с применением электрического тока униполярным методом и результатами опытов, проведенных по ускорению заживления ран комбинированным методом, т. е. животные с экспериментальной раной подвергались одновременно воздействию двух факторов—биогенных стимуляторов путем пересадки консервированной кожи и анода электрического тока.*

Таким образом, заключение, сделанное академиком В. П. Филатовым о том, что пересадка консервированных тканей является раздражителем широкого диапазона, который мобилизует адаптационно-трофические и оздоровительные реакции организма, оказалось совершенно справедливым.

Наблюдениями проф. В. В. Ковальского на кроликах и нашими (проведенными с участием П. И. Гуменер) на собаках и на основании наблюдений М. Сальникова, Н. Керсоновского и других, следует заключить, что ускорения заживления экспериментальной раны можно достигнуть и путем введения вытяжек из консервированных тканей или введением физиологически активных веществ, полученных при электрическом раздражении изолированных из организма тканей (Хаметов). Отсюда следует заключить, что нет исключительной разницы между стимулированием организма путем пересадки консервированной ткани и стимулированием его путем введения экстрактов этих тканей. На этом основании для облегчения дела можно рекомендовать животноводам стимулировать организм животных путем введения препаратов—стимуляторов, изготовленных в лабораториях из консервированных тканей.

* Хаметов Б., см. докторскую диссертацию, защищ. в институте физиологии Академии наук СССР, Ленинград, стр. 303, 304, 1953.

Эффективность и выгодность применения тканевого стимулятора в животноводстве, следовательно, для народного хозяйства страны, как указывают авторы, позволяет рекомендовать колхозам и совхозам широко использовать этот мощный рычаг для повышения продуктивности животных и получить дополнительно сотни тонн мяса и извлечь огромный доход, затратив на это 70 копеек в месяц на одну голову (1958).*

В свое время Н. Е. Введенский, подчеркивая значение нервной системы для функционального объединения отдельных органов и частей между собой в организме и для установления связи между целостным организмом и внешней средой, писал: „Она, нервная система,— (Б. Х.) явилась как бы регулятором всех жизненных отправлениях разнообразных частей организма... между отдельными органами многоклеточных животных могут устанавливаться различные функциональные отношения и помимо нервной системы... на деятельность одной какой-нибудь железы может влиять деятельность другой какой-нибудь железы очень отдаленной, но во всяком случае на долю нервной системы остаются за всем тем очень важные функции в смысле установления соотношений между деятельностью отдельных органов внутри организма и в смысле установления всего организма по отношению к воздействию на него внешнего мира... В самом деле, для жизни необходимы известная структура, то или иное разделение труда между ними (органами,— Б. Х.) в интересах поддержания их существования, но сверх того, известная внешняя среда“**.

И. П. Павлов особо отметил значение химических факторов в установлении различных состояний органа. Он считал реальным ставить неодинаковую возбудимость одной и той же ткани, нервного центра, следовательно, положительную и отрицательную реакцию последнего в зависимости от химического состава крови. И. П. Павлов писал: „Думая физиологически, мы имеем перед собой различную возбудимость центра слюнных желез. Способность к реакции слюнных центров обуславливается различным составом крови голодного и сытого животного“***.

А. А. Ухтомский в 1938 г. посвятил этому вопросу специальную статью под названием „О нервно-гуморальных соотношениях“****.

К. М. Быков все время подчеркивает значение химических и активных веществ в гуморальной регуляции и развивает мысль об участии этих факторов в регуляции процессов возбуждения и торможения. В биохимической лаборатории (зав. проф. Г. И. Владимиров) при институте физиологии им. И. П. Павлова Академии наук СССР показано, что нервные процессы коры связаны химическими изменениями, выделением во время возбуждения или торможения тех или иных химических продуктов (Е. А. Владимирова, 1952). Подобные результаты были получены в опытах А. М. Блиновой (1937).

Сотрудниками проф. Н. И. Гращенкова было обнаружено то же самое (Раева и Павлова). „... Следовательно, нервные процессы воз-

* 70 копеек стоимости препарата.

** Н. Е. Введенский. Курс физиологии животных и человека ч. 1, в. 1, 1913. См. И. М. Сеченов, И. П. Павлов, Н. Е. Введенский физиология нервной системы. Избр. труды, выпуск II, 1952, под. редак. акад. К. М. Быкова.

*** Полн. собр. соч. т. III, кн. I, стр. 36—37, 1951, изд. Ак. наук СССР.

**** Физиол. ж. т. 25, 1938 г.

буждения и торможения всегда закрепляются и далее могут определяться гуморальными, химическими изменениями в тканях, органах и в организме в целом* — заключает Н. И. Гращенков.

И. Н. Волкова установила, что при развитии состояния торможения в центральной нервной системе поступает в омывающую ее в это время кровь вещество, тормозящее деятельность изолированного сердца и, что ацетилхолин играет важную роль в изменениях функционального состояния нервных центров, участвуя в перестройке их лабильности (1951, 1952).

На основании фармакологического анализа веществ образующихся при раздражении головного мозга А. А. Маркосян (1938) отнес их к группе физиологически активных веществ. Таким образом, автору удалось подтвердить то, что ранее было найдено А. В. Риккль (1934).

А. В. Риккль показала, что во время раздражения центрального ганглия блуждающего нерва состав омывающей крови изменяется за счет физиологически активных веществ. Это было доказано как биологическим методом, так и физиологическим—спектрографическим методом.*

При возбуждении и торможении возбудимой ткани выделяются как при двух процессах неоднородные вещества так же, как на нервном проводнике при раздражении его электрическим током. Дело в том, что Правдич-Неминский на двух противоположных участках нерва, в местах приложения катода и анода раздражающего тока, колориметрическим способом нашел разные по своему качеству и составу вещества. По данным автора, на отрицательном полюсе выделяются азото-содержащие продукты—аммиак, на положительном полюсе—кислые продукты— CO_2 (1932). Теперь эти и наши факты, относящиеся к одной группе, свидетельствуют о том, что при возбуждении живой, функционирующей ткани в возбужденном ее участке, так же как на участке отрицательного полюса раздражающего тока, образуются в мышце и нерве одни вещества, а при торможении деятельности ткани, в этом заторможенном участке, так же как на участке нервного проводника и мышцы, подвергнутых действию анода раздражающего тока, образуются другие вещества, отличные по своим действиям и свойствам от первых.

В последнее время учение о гуморальной регуляции, благодаря особому вниманию ученых, укрепив свои позиции, заслуженно получило всеобщее признание. За ним закрепилась идея о гуморальной переносимости нервного влияния. Оно предусматривает способ передачи возбуждения или переноса стимуляторов и выполняет определенную роль в общей системе регуляции организма.

Во многих лабораториях получены интересные факты, говорящие о постоянном присутствии и действии гуморальных факторов в общей нервной регуляции (лабор. К. М. Быкова и И. П. Разенкова) и о роли нервной системы для осуществления гуморальной регуляции (Х. С. Коштыянец и его сотрудники).

Путем применения оригинального метода условных рефлексов сотрудниками К. М. Быкова доказано образование веществ в центральной нервной системе при нормальной ее деятельности. При этом

* К. М. Быков. См. физиологич. журнал, том 17, вып. 6, стр. 1156, 1934.

выяснена изумительная вещь. Если образование активных веществ—гуморальных факторов—наблюдалось исследователями до сих пор лишь при искусственном раздражении изолированных органов или при грубом искусственном раздражении головного мозга, то Р. П. Ольянская (1932), А. В. Риккль (1935) получили их, во-первых, на целостном организме и при нормальном состоянии животного. Во-вторых, они получены при применении условного сигнала. В-третьих, эти вещества образуются в достаточном количестве даже при непродолжительном применении условного сигнала. Отсюда не следует ли, во-первых, что образование этих веществ не ограничивается местом приложения раздражения, а нужно полагать, что в образовании их принимает участие мозговая масса определенного участка коры и подкорки, во-вторых, возможно допустить, что причиной образования этих веществ является не само раздражение, а функциональное состояние мозговой массы, поэтому количество веществ, образующихся во время применения условного сигнала, эквивалентно продолжительности функции мозга, а не продолжительности раздражения. В четвертых, ткань или орган относится к ним избирательно, поэтому эти вещества действуют непосредственно и только на определенные из них (скажем на щитовидную железу или на надпочечники и т. д.), что доказано денервацией, затем экстирпацией органа. Орган денервированный продолжает реагировать на действие этих веществ, как до перерезки его нервов, что видно по конечному результату (усиление обмена веществ сохраняется). Но после удаления щитовидной железы действие активных веществ исчезает (обмен веществ не изменяется, несмотря на то, что условный сигнал применяется по-прежнему).

Таков результат этих замечательных опытов, говорящих о существенном значении гуморальных факторов в общей регуляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альперн Д. Е. «Химические факторы нервного возбуждения в эксперименте и клинике». Материалы VI Всесоюзного съезда физиологов..., 1937.
2. Альперн Д. Е. и Фесенко Т. Ф. «Ацетилхолин в различных сосудистых областях при рефлекторной деятельности вегетативной нервной системы». Физиол. жур. СССР, № 29, стр. 249, 1940.
3. Альперн Д. Е. и др. «Гуморальная ауторегуляция в деятельности вегетативной нервной системы». Доклады VII Всесоюзного съезда физиологов..., 317 стр., 1947.
4. Альперн Д. Е. и др. «Активность холинэстеразы и холинэргическая реакция при различном функциональном состоянии нервной системы». Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов..., 26 ст. 1955.
5. Аносов Н. Н. «Значение ацетилхолинового метаболизма в функции периферических нервов у человека». Сборник докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., 318 стр., 1947.
6. Астратян Э. А. «Влияние питуитрина на условные пищевые слюноотделительные рефлексы». Архив биол. наук, том 37, вып. 1, 1935.
7. Астратян Э. А. «О характеристике гуморальной регуляции функций у собак с декартицированным большим мозгом». Физиол. журнал СССР, том XVIII, № 7, 1957.
8. Бабкин В. Р. «Гуморальный эффект барабанной струны». Общая физиология и экспериментальная фармакология, том 75, вып. 1—2, 1933.
9. Бабкова А. А. «О нервном механизме заболеваний кожи на основе электрофизиологических исследований». Труды Акад. мед. наук СССР, том XIX, 1952.

10. Бабский Е. Б. «Образование физиологически активных веществ в нервной системе при ее раздражении». Материалы VI Всесоюзного съезда физиологов, 1937.
11. Бабский Е. Б. «Об образовании физиологически активных веществ в нервных стволах». Физиол. журнал СССР, том 24, вып. 3—4, 1938.
12. Бабский Е. Б. «Проба основания метаболической теории электрона». Тр. гос. института по изуч. мозга им. В. М. Бехтерева, том XIV, 1937.
13. Бабский Е. Б. «Об участии ацетилхолина в явлениях электротона и рефракторности». Доклады VII Всесоюзного съезда физиологов..., 319 стр., 1947.
14. Бакк Ц. М. «Двойной ответ гладкой мышцы на раздражение симпатических нервов». Тр. XV Международн. физиологического конгресса, 1936, — тоже физиол. журн. СССР, том XXI, вып. 5—6, 1936.
15. Баяндуров Б. И. и Коников А. С. Труды Томского медицинского института, вып. 4, 1941.
16. Баяндуров Б. И. и Корчуганов Н. И. Сборник трудов Каф. норм. физиологии Томского медицинского института, том 4, 1944.
17. Баяндуров Б. И. Сборник труд. Каф. норм. физиол. Томского медицинского института, том 6, 1948.
18. Бсритов И. С. «О действии ацетилхолина на спинной мозг». Физиологический журнал СССР, том XXVIII, 1940.
19. Бернар Кл. Лекции по экспериментальной патологии. Перевод А. Т. Жуковского, 1937.
20. Блинова А. М. «Гуморальные факторы при различных видах возбуждения ц. н. с.». Материалы VI Всесоюзного съезда физиологов..., 206 стр., 1937.
21. Болдырев Н. В. «О гуморальной передаче действия сердечных нервов». Ученые записки Казанского гос. университета, часть физиологии, вып. 1—2, стр. 157, 1932.
22. Брейтбург А. М. «Элементы нейрогуморальной регуляции процессов клеточного метаболизма». Матер. VI Всесоюзного съезда физиологов..., 224 стр., 1937.
23. Броун Секар. Доклад, состоявшийся в июне 1889 г. при биологическом обществе Гаузе «Продленная жизнь» Перевод Кулябко, 1907, Москва.
24. Быков К. М. «О химической передаче возбуждения в центральных нервных аппаратах». Труды XV Международного конгресса физиологов, 1935, физиологич. журнал СССР, том XXI, вып. 5—6, 1936.
25. Быков К. М. «Физиологически активные вещества нервной системы...». Сборник докладов VI Всесоюзного съезда физиологов..., 186 стр., 1937.
26. Быков К. М. «Влияние коры мозга на тканевые процессы». Физиологич. журнал СССР, т. 17, вып. 6, 1934.
27. Быков К. М. «Кора головного мозга и внутренние органы», 1947.
28. Васильев Л. Л. «Ацетилхолин и электротон». Тр. гос. института по изуч. мозга им. В. М. Бехтерева, 1941.
29. Вальков А. В. «Опыт исследования высшей нервной деятельности тиреоэктомизированного щенка». Русский физиол. журнал, том VII, вып. 1—6, 1924, см. сборник посвященный 70-летию акад. И. П. Павлова, 1925.
30. Варгапетов К. М., Калмыкова и др. «Посткастрационные кортико-висцеральные нарушения и их экспериментальная терапия». Тезисы докладов VIII-го Всесоюзного съезда физиологов..., 1955.
31. Введенский Н. Е. «О месте образования тормозящих действий в нервно-мышечном препарате». Вестник естествознания № 3, 1891.
32. Введенский Н. Е. «Возбуждение, торможение и наркоз», 1901.
33. Введенский Н. Е. «О соотношениях между возбуждением и торможением при тетанусе», 1886.
34. Введенский Н. Е. «Курс физиологии животных и человека». Ч. 1, вып. 1, вып. 2, стр. 24, 149, 372, 373; 1913.
35. Владимиров Г. Е. «О некоторых биохимических изменениях в больших полушариях головного мозга крыс при различных функциональных состояниях». Павловские среды от 18/VI—1952 г.
36. Владимиров Г. Е. «Биохимические черты, характеризующие состояние возбуждения и торможения центральной нервной системы». Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов..., 1955.
37. Владимирова Е. А. «Выступление на Павловской среде» от 18/VI—1952 г.
38. Волкинд Н. Я. «К исследованию физиологически активных веществ тканей животных — о нейрогуморах центральной нервной системы лягушки». Ученые записки Красноярского медицинского института, том X, 1957.

39. Волкинд Н. Я. «К изучению физиологически активных веществ тканей растений». Там же, сообщение № 3.
40. Волкова И. Н. «Физиол. журнал СССР», т. 37, № 4, 1951.
41. Волкова И. Н. «О значении ацетилхолина в изменениях функционального состояния спинномозговых центров». Физиол. журнал СССР, № 3, 1958.
42. Воронин В. В. и Гедеванишвили И. Д. «Нейрогуморальная регуляция питания тканей». Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов, 1955.
43. Галкин В. С. «Механизм патологических реакций». Сбор. трудов ВММ акад. вып. 11—15, 1949.
44. Гальперин С. И. «Новые материалы о нейрогуморальных реакциях». Сборник докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., 1947.
45. Гаранина И. П. «К вопросу об участии тиамина в реализации действия ацетилхолина на мышцу». Физиол. журнал СССР, № 3, 1958.
46. Гарнбьян Р. Б. и др. «О нейрогуморальной регуляции секреторной деятельности пищеварительных желез». Тезисы докл. VIII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 159, 1955.
47. Гедевани Д. М. «Влияние симпатической нервной системы на утомление мышцы в условиях кровообращения». Физиол. журн. СССР, том XVI, стр. 484, 1938.
48. Гинецинский А. Г. «Влияние симпатической нервной системы на функцию поперечно-полосатых мышц». Русский физиол. журн. том VI, вып. 1—2, стр. 139, 1923.
49. Гинецинский А. Г. «О гуморальной передаче нервного импульса в окончаниях симпатических нервов лягушки». Сборн. докладов VI Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 193, 1937.
50. Гинецинский А. Г. «Мионевральная субстанция с точки зрения теории о химическом факторе в проведении нервных импульсов». Физиол. журнал СССР, т. 28, стр. 709, 1939.
51. Гинецинский А. Г. «Влияние симпатического нерва на концевые пластинки двигательного нерва». Рус. физиол. журнал. том IX, стр. 99, 1949.
52. Гинецинский А. Г. «Холинергическая структура мышечного волокна». Сборник докладов VII Всесоюзного съезда физиологов, 1947.
53. Голиков Н. В. «Гуморальный и рефлекторный момент в вегетативных влияниях на мускулатуру». Тр. XV Междунар. физиол. конгресса, 1935, физиол. журнал СССР, том XXI, вып. 5—6, стр. 698, 1936.
54. Гращенко Н. И. «Достижения советской физиологии органов чувств и проблема отражения». Сборник — Философские вопросы современной биологии, Изд. Акад. наук СССР, 1951.
55. Довгань З. В. «Наличие парасимпатического медиатора в желудочном соке». Вопросы физиологии, № 1, 1951. Изд. Акад. наук УССР.
56. Жуков Е. К. «О факторе лабильности при гуморальном торможении». Сборн. докл. VI Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 107, 1937.
57. Зефилов Л. Н., Кибяков А. В. Физиол. журнал, № 2, 1954.
58. Зефилов Л. Н., Кибяков А. В. и Орлов Р. С. Физиол. журнал, № 11, 1956.
59. Зубков А. А. «Медиаторы и саморегуляция периферических элементов организма». Сборн. докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 328, 1947.
60. Зубкова С. Р. «Образование биологически активных веществ при различных функциональных состояниях центральной нервной системы». Сборн. докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 333, 1947.
61. Ильина А. И. и Тонких А. В. «Новые данные о нейрогуморальном звене сосудистых реакций». Физиол. журнал СССР, том XVII, № 1, 1957.
62. Кадыков Б. И. «Участие нервной системы в регуляции содержания холинэстеразы в крови и тканях». Сборник докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 325, 1947.
63. Кибяков А. В. «О гуморальной передаче возбуждения в симпатическом ганглии». Труды XV Международного конгр. физиологов..., 1935; физиол. журнал СССР, том 27, вып. 5—6, стр. 698, 1936.
64. Кибяков А. В. «О гуморальных факторах во взаимоотношениях между нервом и поперечно-полосатой мышцей». Сборн. докладов VI Всесоюзного съезда физиологов, биохимиков..., 1937.
65. Кибяков А. В. «О гуморальных факторах во взаимоотношении между нейронами в симпатическом ганглии». Труды Казанск. гос. мединститута, вып. I, 1941. (Из докторской диссерт.)

66. Кябьяков А. В. «Некоторые данные о гуморальных факторах в регуляции гладкомышечных органов» Ученые записки Казанского госуд. университета. Том. 101, кн. 4, раздел физиологии, стр. 29, 1941.
67. Кябьяков А. В. Материалы I-го Волжского съезда физиологов..., 1946.
68. Кябьяков А. В. и др. «Гуморальные факторы в нервной деятельности». Сборник докл. VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 336, 1947.
69. Кябьяков А. В. и Михайлов В. В. «К механизму образования ацетилхолина в парасимпатических нервах сердца». Физиол. журнал, том XVIII, № 6, 1957.
70. Кябьяков А. В. и др. Физиол. журнал СССР № 11, 1956.
71. Кябьяков А. В. и Пионтанк Н. Е. Физиологический журнал № 3, 1957.
72. Кябьяков А. В. и Богданов Н. Т. «О роли нервной системы в поддержании темпического сокращения гладкой мышцы». Физиол. журнал СССР, том XIII, № 12, 1957.
73. Кирзон М. В. «Гуморальный и эксцитаторный момент в вегетативных влияниях на мышцу». Труды XV Междунар. физиологич. конгресса, 1935.
74. Ковалева Г. А. и Некрасов П. А. «Опыты исследования нервнотуморальных связей». 1937. ВИЭМ.
75. Конилов А. С. «К вопросу о физиологически активных веществах в нервной системе беспозвоночных животных (кандидатская диссертация)», 1945.
76. Конилов А. С. Труды Новосибирского педагогического института, вып. 5, 1947.
77. Конилов А. С., Волкинд А. Н., Дегтярева А. Н. «К исследованию физиологически активных веществ тканей животных и растений». Ученые записки Красноярского пединститута, том X, 1957.
78. Конради Г. П. и Михельсон М. Я. «Химические факторы нервного возбуждения». Успехи современной биологии, том 4, вып. 2, стр. 171, 1935.
79. Королева К. И. и др. «К вопросу об образовании физиологически активных веществ в поперечнополосатой, гладкой мышце и в нервной ткани при раздражении их электрическим током». Сборн. докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., 1947.
80. Королева К. И. и др. «Влияние черноплодной рябины и облепихи на темп регенерации поврежденной ткани». Ученые записки Горно-Алтайского пединститута, вып. II, 1957.
81. Костина Т. Е. «О роли симпатической иннервации в гуморальной фазе секреции поджелудочной железы». Физиологич. журнал СССР, том XV, IV, № 2, 1958.
82. Коштыяц Х. С. Бюллетень экспер. биол. и мед., том II, вып. 102, 1934.
83. Коштыяц Х. С. «Химические факторы нервного возбуждения у беспозвоночных животных», журнал «Природа» № 55, стр. 77, 1936.
84. Коштыяц Х. С. 6-е совещ. по физиологич. проблемам, тезисы докладов, 1939.
85. Коштыяц Х. С. Успехи совр. биологии. XVII, вып. 3, 1956.
86. Кузник Б. И. «К вопросу о нервно-гуморальной регуляции системы крови». Тезисы докладов научной конф. физиологов..., Западно-Сибирского объединения, 1957.
87. Курцин И. Т. «Некоторые данные об участии кортикальных механизмов в функциональных расстройствах деятельности пищеварительного аппарата». Научное совещание по проблемам физиологии и патологии пищеварения, 1951. Ленинград.
88. Курцин И. Т. «Деятельность внутренних органов при хронических нарушениях высшей нервной деятельности». Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов..., 1955.
89. Кэннон В. Б. «Некоторые выводы из факта химической передачи нервных импульсов». Труды XV Международного физиологического конгресса, 1937. Физиол. журнал СССР, том XXI, вып. 5—6, стр. 679, 1936.
90. Кэннон В. Б. «Сравнение действия симпатина и адреналина на зрачок», там же, стр. 728.
91. Кэннон В. Б. «Объяснение двух малопонятных ранее явлений и их возможное значение». Физиол. журнал СССР, том 24, вып. 1—2, стр. 182, 1938.
92. Лапицкий Д. А. «Опыт функционального анализа некоторых патологических процессов». 1948, Ленинград.
93. Латманизова Л. В. «Гуморальная сторона пессимального и оптимального раздражения симпатической системы». Физиол. журнал СССР, том XX, стр. 798, 1936.

94. Лехтман Я. Б. «К анализу механизма адаптационно-трофического влияния симпатической иннервации на скелетную мышцу». Физиологич. журнал СССР, том XVII, № 9, 1956.
95. Мальгин М. и Зубова Л. «Влияние соков черноплодной рябины и облепихи на темп заживления ожогов». Ученые записки Горно-Алтайского пединститута, вып. II, 1957.
96. Маркосян А. А. «Фармакологический анализ физиологически активных веществ, образующихся при раздражении головного мозга», Физиол. журн. СССР, том 24, стр. 880, 1938.
97. Мchedlishvili Г. И. «Новые данные о действии гистамина на капилляры и капиллярное кровообращение». Физиологич. журнал СССР том XVII, № 10, 1957.
98. Миагава. Цитировано по работе проф. Викторова К. Р. Казанский медицинский журнал, 1928.
99. Минут-Сорахтина О. П. 9-е совещание по физиологическим проблемам. тезисы доклада, 1941.
Минут-Сорахтина О. П. Сборник докладов VII Всесоюзн. съезда физ. 1947.
100. Мичурин И. В. Избранные сочинения, стр. 512, 1948.
101. Михельсон М. Я. и Конради Г. П. «Сборник работ отдела общей физиологии ВИЭМ, 1937, Ленинград.
102. Михельсон М. Я. и Конради Г. П. «Взаимоотношение нервных и гуморальных раздражителей слюнных желез». Сборник докладов VI Всесоюзного съезда физиологов..., 1937.
103. Некрасов П. А. «Можно ли симпатический эффект поперечно-полосатой мышцы объяснить током действия». Русский физиолог. журн., том XV, стр. 277, 1932.
104. Некрасов П. А. «Значение силы и длительности электрического раздражения пограничного ствола для симпатического эффекта на поперечно-полосатой мышце». Там же, стр. 280.
105. Некрасов П. А. «О механизме влияния симпатической нервной системы на скелетную мускулатуру». Сборник докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., 1947.
106. Николаев Н. М. «Труды эндокринолог. отделения объединен. поликлиники» НКПР, 1936, Москва.
107. Ольянская Р. П. «Влияние коры головного мозга на газообмен». Физиолог. журнал СССР, т. 15, вып. 4, 1932.
108. Ольянская Р. П. «Кора головного мозга и основной обмен» Тезисы XV Междунар. физиологич. конгресса, 1935.
109. Ольянская Р. П. Кора головного мозга и обмен (диссертация), 1946.
110. Опарин А. И. Философские вопросы современной биологии, изд. Акад. наук СССР, 1951.
111. Опарин А. И. «Материалы совещания по проблеме живого вещества и развития клеток», 1951.
112. Орбели Л. А. «Симпатическая иннервация скелетной мускулатуры». Русский физиологич. журнал, том 6, вып. 4, стр. 107, 1924.
113. Павлов И. П. «Лекции о работе больших полушарий головного мозга». Полное собр. сочинений, том IV, 1951, изд. Акад. наук СССР.
114. Павлов И. П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животного. Полное собр. соч., том III, кн. I, 1951, Издание Акад. наук СССР.
115. Павлов И. П. «Сборник научных трудов в честь 50-летия научно-врачебной деятельности проф. А. А. Нечаева», 1922; см. полное собр. соч. том I, стр. 577, 1951. Изд. Акад. наук СССР.
116. Павлов И. П. «О нормальных колебаниях кровяного давления у собаки». Полн. собр. соч., том I, стр. 77, 1951. Изд. Акад. наук СССР.
117. Павлов И. П. «Дополнительные замечания к работе доктора М. М. Миронова». Полн. собр. соч., том I, стр. 583, 1951.
118. Павлов И. П. Полн. собр. трудов, том II, 1946. Изд. Акад. наук СССР.
119. Павлов И. П. «Экспериментальная психология и психология на животных». Полн. собр. соч., том III, кн. I, 1951. Изд. Акад. наук СССР.
120. Палладин А. В. Механика жизни, стр. 14 — 16, 1923, Харьков.
121. Палладин А. В. «Обмен веществ в головном мозге при различных функциональных состояниях». Вестник Академии наук СССР № 10, стр. 37, 1952.

122. Палладин А. В. «Биохимические процессы в головном мозгу при различном функциональном состоянии». Тезисы докладов Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 465, 1955.
123. Петрова М. К. «Лечение экспериментальных неврозов у собак». архив биологич. наук, том XXV, вып. 1 — 3, 1925.
124. Петрова М. К. «Патологические отклонения раздражительного и тормозного процессов при трудной встрече этих процессов». Труды физиологической лаборатории акад. И. П. Павлова, том I, вып. 2 — 3, 1926.
125. Петрова М. К. «Влияние кастрации на условнорефлекторную деятельность и общее поведение собак различного типа нервной системы». Тр. физиологич. лаборат. акад. И. П. Павлова, том VI, вып. I, 1936.
126. Петрова М. К. «Перенапряжение тормозных процессов у собак-кастратов различного типа нервной системы». Тр. физиологич. лаборат. им. академика И. П. Павлова, том VII — VIII, 1937.
127. Петрова М. К. «Бром и его влияние на кастратов собак». Там же, том VII, 1937.
128. Петрова М. К. «Кожные заболевания у экспериментальных собак». Тр. физиологич. лабор. им. акад. И. П. Павлова, том XII, вып. I, 1945.
129. Петрова М. К. О роли функционального ослабления коры головного мозга в возникновении различных патологических процессов в организме, Медгиз, 1946.
130. Правдич-Неминский В. В. «О химизме воздействия постоянного тока на нервную ткань». Физиол. журн., том XV, вып. 2, стр. 81, 1932.
131. Проппер Н. И. «Роль нейрогуморальных веществ в деятельности афферентных систем». Сборн. докладов VI Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 60, 1937.
132. Разенков И. П. «О гуморальной природе нервного возбуждения». Тр. XV Международного физиологического конгресса, 1935; см. Физиол. журн. СССР, том 21, вып. 5—6, стр. 693, 1936.
133. Разенков И. П. «Нервно-гуморальная регуляция», доклад, сделанный на секционном заседании конгресса, опубликованный в книге И. Б. Збарского и В. М. Коган «XV Междунар. физиол. конгресс», стр. 110, 1936.
134. Разенков И. П. «К механизму нервных и гуморальных регуляций». Сбор. докл. VI Всесоюзного съезда физиологов, стр. 11, 1937.
135. Риккль А. В. «О химической передаче возбуждения в нервных центрах». Физиол. журн. СССР, том XVIII, вып. 6, стр. 900, 1935.
136. Риккль А. В. «Сборник докл. VI Всесоюзного съезда физиологов...», стр. 186, 1937.
137. Риккль А. В. Физиологич. журнал СССР, № 3, 1948.
138. Росин Я. А. «Нейрогуморальные факторы, регулирующие взаимоотношения между симпатической и парасимпатической нервными системами». Тр. XV Международного конгресса физиологов..., 1935, Физиол. журнал СССР, том 21, вып. 5—6, стр. 734, 1936.
139. Росин Я. А. «Значение гуморальных факторов в передаче возбуждения в нервной системе». Сборн. докл. VI Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 200, 1937.
140. Росин Я. А. «Роль антагонизма центра и периферии в ауторегуляции функции симпатической и парасимпатической нервной системы». Сборн. докл. VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 308, 1947.
141. Сальников М. и Керсновский Н. «Шире применять биогенные стимуляторы». «Алтайская правда» № 138, 13—VI—1958 г.
142. Самойлов А. Ф. «Переход возбуждения с двигательного нерва на мышцу». Сборн. работ, посвящ. 75-летию И. П. Павлова, стр. 80, 1924.
143. Самойлов А. Ф. «Переход возбуждения с клетки на клетку». Избр. статьи и речи, стр. 191, 1946. Изд. Акад. наук СССР.
144. Самойлов А. Ф. и Киселев М. А. «К характеристике усилительных процессов угнетения». Журнал экспер. биологии и медицины, 5, 15, 1927.
145. Саратиков А. С. Сборник трудов Томского медицинского института, том 6, 1948.
146. Саратиков А. С. и др. Тезисы докл. научн. конф. физиологов., Западно-Сибирского объединения, 1957, Томск.
147. Саркисова О. И. и др. «К вопросу об образовании физиологически активных веществ в мышце и в нерве при раздражении их электрическим током». Сборн. докл. VII Всесоюзного съезда физиологов... стр. 357, 1947.
148. Сенкович И. В. «О физиологических свойствах активных веществ, появляющихся в симпатическом ганглии при раздражении его ствола». Тр. Казанского медицинского института, вып. 2—3, стр. 53, 1940.

149. Сергиевский М. В. Сборник докл. VI Всесоюзного съезда физиологов..., 1937.
150. Сергиевский М. В. и Соломин В. Тр Куйбышевского медицинского института № 7, 1938.
151. Сергиевский М. В. и Хаметов Б. Г. «О действии продуктов трипсинового расщепления поперечно-полосатой мускулатуры на изолированное сердце кошки». Ученые записки Казанского государственного университета, том 101, кн. 4. (физиология), 1941.
152. Сеченов И. М. «Медицинский вестник», № 26, 1861.
153. Синицын Н. П. «Гуморальная передача симпатического эффекта скелетной мышцы лягушки». Физиологич. журнал СССР, том 19, вып. 5, стр. 1060, 1935.
154. Смирнов А. И. Успехи соврем. биологии. XII, в. 1, 1940.
155. Смирнов А. И. Сборник докл. VII Всесоюзного съезда физиологов..., 1947.
156. Соловьев А. В. «К вопросу о механизме секреторной функции пищеварительных желез», тезисы докладов научного совещания по проблемам физиологии и патологии пищеварения, стр. 69, 1951, Ленинград.
157. Соловьев А. В. и др. «К вопросу о регуляторных механизмах деятельности желудка и поджелудочной железы». Тезисы докл. VIII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 573, 1955.
158. Соломин В. «К вопросу о химии лизатов, миолизат» (диссертация), 1958, Казань.
159. Сперанский А. Д. «Элементы построения теории медицины», ВИЭМ, 1935.
160. Сперанский А. Д. «Нервная трофика в теории и практике медицины», 1934.
161. Сперанская Е. Н. «Освобождение и разрушение медиаторов вегетативной нервной системы при патологических состояниях организма» Сборн. докл. VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 352, 1947.
162. Тимирязев К. А. Исторический метод в биологии, 1949.
163. Тимирязев К. А. Сбор. соч., том IV, том V/58, 141 стр.
164. Тонких А. В. Нервные и гуморальные факторы в происхождении пневмонии, 1949, Медгиз.
165. Тушнов М. П. Казанский мед. журнал № 4, 1948.
166. Тушнов М. П. Клиническая медицина № 11—14, 1933.
167. Трегубов С. М. «Материалы к фармакологии и физиологии холинэргических процессов». Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 608, 1955.
168. Усиевич М. А. «Материалы о взаимоотношении между деятельностью половых и щитовидных желез и высшей нервной деятельностью». Физиологич. журн. СССР, том 25, вып. 3, 1938.
169. Усиевич М. А. «Влияние патологических сдвигов в коре больших полушарий головного мозга на внутренние органы». Сборн. «Учение И. П. Павлова о теоретической и практической медицине», 1951.
170. Утевский А. М. и др. «Обмен адреналина и генез симпатиков». Сборн. докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 354, 1947.
171. Утевский А. М. и др. «Исследование обмена адреналина и адреналиноподобных веществ и некоторые общие вопросы нейрогуморальной регуляции». Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 625, 1955.
172. Ухтомский А. А. «О нервно-гуморальных соотношениях». Физиологич. журн. СССР, том 25, стр. 767, 1938.
173. Файтельберг Р. О. и Хаметов Б. Г. «Влияние пересадки консервированной кожи на скорость заживления ран». Ученые записки Куйбышевского пединститута, вып. 6, 1943.
174. Филатов В. П. «Тканевое лечение». Медработник № 28, 13/VIII—1944 г.
175. Филатов В. П. «Оптическая пересадка роговицы и тканевая терапия», 1945.
176. Филатов В. П. «Тканевая терапия» (лечение биогенными стимуляторами), 1948.
177. Филлиппова А. Г. «Влияние гуморальных факторов на проводимость в сердечном мостике». Ученые записки Казанского государственного университета, том 96, кн. 2, вып. 4, стр. 111, 1936.
178. Хаметов Б. и Сергиевский М. В. «О действии продуктов трипсинового расщепления поперечно-полосатой мускулатуры на изолированное сердце кошки». Ученые записки Казанского государственного университета, том 101, кн. 4 (физиология), 1941.
179. Хаметов Б. и Файтельберг Р. О. «Влияние пересадки консервированной кожи на скорость заживления ран». Ученые записки Куйбышевского государственного пединститута, вып. 7, 1943.
180. Хаметов Б., Королева К. И., Алексеева А. Н. и др. «К вопросу об образовании физиологически активных веществ в поперечно-полосатой, гладкой мыш-

- це и в нервной ткани при раздражении их электрическим током». Сборник докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 357, 1947.
181. Хаметов Б. «Действие полюсов прерывистого электрического тока на мышечную ткань и на заживление ран». Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, стр. 18, 1953, Ленинград.
 182. Хаметов Б. «Действие полюсов прерывистого электрического тока на мышечную ткань и на заживление ран». Докторская диссертация, защищенная в институте физиологии им. И. П. Павлова Академии наук СССР, стр. 200, 1953, Ленинград.
 183. Хаметов Б. «Изменение темпа регенерации экспериментально поврежденной кожно-мышечной ткани». Труды Томского государственного университета, том 143, стр. 147, 1956.
 184. Хаметов Б. «Изменение возбудимости участков мышцы и нерва при применении прерывистого постоянного тока и физиологически активных веществ». Ученые записки Горно-Алтайского государственного пединститута, вып. II, стр. 184, 1957.
 185. Хаметов Б. Г., Королева К. И. и др. «К вопросу о влиянии сока черноплодной рябины на кровяное давление теплокровных животных». Тезисы докладов научной конференции физиологов... Западно-Сибирского объединения, Томск, 1957.
 186. Хаметов Б. Г. и Королева К. И. «К вопросу о влиянии сока черноплодной рябины на кровяное давление теплокровных животных». Ученые записки Горно-Алтайского пединститута, вып. II, 1957.
 187. Хаметов Б. «К истории вопроса об изучении характера и сходства изменений, вызываемых в нерве и мышце катодом и анодом электрического тока и действием одно-двувалентных солей». Ученые записки Горно-Алтайского государственного пединститута, вып. II, стр. 216, 1957.
 188. Худорожева А. Т. «Влияние симпатических волокон на ход утомления скелетных мышц при раздражении перерождающихся двигательных нервов». Физиологич. журнал СССР, том 15, 1932.
 189. Черниговский В. Н. «Некоторые вопросы учения о нервно-гуморальной регуляции». Успехи совр. биологии, том 9, вып. 3, стр. 387, 1938.
 190. Чукичев И. П. «Симпатическая нервная трофика в физиологии и клинике». Сборник трудов, ВИЭМ, 1940.
 191. Чукичев И. П. «Оо энзимо-химической природе симпатомиметических влияний». Сборник докладов VII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 603, 1947.
 192. Шевелева В. С. «Межнейронная синаптическая передача нервных импульсов». Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов..., стр. 690, 1955.
 193. Шидловский В. А. Сборник докл. VII Всесоюзного съезда физиол..., 1947.

СПИСОК ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашер Л. и Шэнфинкель С. Архив Пфлюгера, том 193, стр. 1844, 1922.
2. Ашер Л. Журнал биологии, том 78, вып. 5—6, стр. 297, 1923.
3. Ашер Л. и Шэнфинкель С. Архив Пфлюгера, том 217, стр. 184, 1927.
4. Бабкин Б. П. и др. Архив эксперимен. патологии и фармакологии, том 163, стр. 132.
5. Бабкин Б. П. и др. Журнал общей физиологии и экспериментальной фармакологии, том 75, вып. 1—2, стр. 469, 1933.
6. Бакк Ц. М. и Бруа Л. том 109, стр. 54, 1920.
7. Бакк Ц. М. том 107, № 26, стр. 1584, 1931.
8. Бакк Ц. М. Там же, том 110, стр. 568, 1932.
9. Бакк Ц. М. Там же, том 117, № 28, стр. 74, 1934.
10. Бакк Ц. М. и Лефевре Ф. Там же, « «
11. Бакк Ц. М. и Фредрик Р. Успехи физиологии, биологической химии и эксперим. фармак., том 57, стр. 82, 1936.
12. Бер А. Мюнхенский медицинский еженедельник № 46, стр. 163, 1921.
13. Бернард К. и Грудау Л. Успехи физиологии, стр. 372, 1857, см. журнал рацион. мед., том 1.
14. Бернард К. и Грудау Л. Журн. (центр. бл.) «Медицинская наука». № 11, стр. 183, 1864.

15. Бернард К. Лекции по эксперим. патологии. Перевод Д. Г. Жуковского, 1937.
16. Бринкман Р. и Фан Дамм Е. Архив Пфлюгера, том 196, стр. 66, 1922.
17. Браун Секар. Успехи физиологии, стр. 389, 1858; см. журнал рац. мед. т. 3.
18. Браун Секар. «Продленная жизнь», доклад, состоявшийся 1889, перевод Е. Кулябко, 1907.
19. Каннон В. Б. и Бакк Ц. М. Американск. журнал физиологии, том 96, стр. 392, 1931.
20. Каннон В. и Розенблюз А. Американск. журнал физиологии, том 104, стр. 557, 1933.
21. Каннон В. Б. Медицинский американск. журнал № 2, 1934.
22. Каннон В. и Розенблюз А. Американск. журнал физиологии, том 119, стр. 221, 1937.
23. Демур И. Архив общей физиологии, том 13, вып. II, стр. 187, 1913.
24. Демур И. Там же, том 14, вып. I, стр. 49, 1914.
25. Эллиот Т. Р. Журнал физиологии (англ.), том 31, стр. 20, 1904.
26. Эллиот Т. Р. Журнал физиологии, том 44, стр. 374, 1912.
27. Энгельгардт Е. Архив Пфлюгера, том 227, стр. 220, 1931.
28. Финкельман Б. Физиологический журнал (на англ. яз.), том 70, стр. 145, 1930.
29. Фельдберг В. Архив эксперим. патологии и фармакологии, том 168, стр. 287, 1932.
30. Фельдберг В. Там же, том 170, стр. 560, 1933.
31. Гельхорн Е. Проблема проницаемости, Берлин, 1929.
32. Гельхорн Е. и Норзап Д. Американск. физиол. журнал, том 103, № 2, стр. 382, 1933.
33. Гельхорн Е. и Норзап Д. Там же, том 105, стр. 684, 1933.
34. Габерландт Л. Архив Пфлюгера, том 223, стр. 171, 1929.
35. Габерландт Л. Там же, стр. 282, 1929.
36. Ганзен и Рех. Журнал биологии, том 92, стр. 14, 1932.
37. Ховелл В. Х. Американск. физиол. журнал, том 6, 1902.
38. Ховелл В. Х. Журнал физиол., том 16, стр. 280, 1906.
39. Кибяков А. В. Архив Пфлюгера, том 228, стр. 30, 1931.
40. Кибяков А. В. Там же, том 232, стр. 432, 1933.
41. Лапикк Л. Журнал физиологии и патологии, том 10, стр. 601, 1908, Париж.
42. Лапикк Л. «Природа», № 12, стр. 114, 1936.
43. Лэнгли Л. Журнал физиол., том 35, стр. 374, 1905.
44. Лэнгли И. Н. Физиологический журнал, том 36, стр. 347, 1907—1908.
45. Лэнгли И. Н. Там же, том 50, стр. 335, 1915—1916.
46. Лёв И. и Герри В. Архив общей физиологии, том 65, стр. 41, 1897.
47. Лёв И. и Герри В. Там же, том 91, стр. 248, 1902.
48. Лёви О. Архив Пфлюгера, том 189, стр. 239, 1921.
49. Лёви О. Там же, том 202, стр. 361, 1924.
50. Лёви О. и Навратил Е. Архив Пфлюгера, том 206, стр. 123, 1924.
51. Лёви О. и Навратил Е. Там же, том 214, стр. 689, 1926.
52. Платтнер Ф. Журнал биологии, том 83, стр. 544, 1925.
53. Платтнер Ф. Архив Пфлюгера, тома: 214, стр. 112, 1926, 220, стр. 380, 1928; 230, стр. 705, 1932; 232, стр. 342, 1933, 234, стр. 258, 1934.
54. Разенков И. П. и Пчелина В. А. Архив Пфлюгера, том 226, стр. 786, 1930 — 1931.
55. Самойлов А. Ф. Архив Пфлюгера, том 217, стр. 592, 1927.
56. Секкэр И. Журнал физиологии, том 81, стр. 81, 1934; том 182, стр. 293, 1934.
57. Шеррингтон К. Е. 97, стр. 519, 1925.
58. Торнтон И. Журнал физиологии, том 82, стр. 14, 1934.
59. Цондек. Биохимич. журнал (на немецком языке), том 132, стр. 302, 1922.
60. Цвардемакер Х. Успехи физиологии, том 19, стр. 326, 1921.

ХАМЕТОВ Б. Г.,
профессор, доктор биологических наук.

НЕКОТОРЫЕ ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ УЧЕНИЯ ГЕНИАЛЬНОГО ФИЗИОЛОГА-МАТЕРИАЛИСТА Н. Е. ВВЕДЕНСКОГО И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ К МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Капитальный вклад в физиологию внесли И. М. Сеченов, И. П. Павлов, Н. Е. Введенский и др.* Наши выдающиеся соотечественники, создав материалистическую основу физиологии, психологии и патофизиологии, произвели подлинную революцию в естествознании.

Большую роль в этом сыграл их научный подход и блестяще разработанные методы объективного исследования многообразной физиологической, в том числе, и психической деятельности человека и животных, связанной с функциями головного мозга. Их методы исследования заслужили всеобщее признание и дали блестящие результаты, тем самым определив направление физиологии и психологии, развитие которых шло принципиально по новому пути, на основе законов диалектического материализма.

Замечательный трактат И. М. Сеченова „Рефлексы головного мозга“, учение И. П. Павлова о высшей нервной деятельности явились неоценимым вкладом в развитие не только физиологии и естествознания, но и философии, психологии и педагогики, ибо они раскрывают механизмы процессов, протекающих в той особенно высокоорганизованной материи, с деятельностью которой связаны мышление, сознание и другие виды психической деятельности. Утверждение о том, что произвольные и непроизвольные движения обладают сходством общих свойств и обязаны своим возникновением нервной системе, поистине является смелым шагом, сделанным И. М. Сеченовым при рассмотрении деятельности головного мозга; в основу сознательных действий, т. е. произвольных, так называемых психических актов он положил тот же нервный механизм, который лежит в основе рефлексов спинного мозга.

Он это сделал, указывая, в первую очередь, что, с одной стороны, все чисто отраженные, непроизвольные движения,—явления одного порядка целесообразны, а, с другой стороны, все так называемые, психические сознательные акты, хотя явления другого порядка, но управляются теми же аппаратами, которыми управляются и отраженные движения, т. е. рефлексы. Трактаты И. М. Сеченова и И. П. Павлова о рефлекторном характере деятельности головного

* С. П. Боткин, Ф. В. Овсянников, Н. О. Ковалевский, Н. А. Миславский и др.

мозга, т.е. о явлениях, имеющих отношение к поведению (и высшей нервной деятельности) животных и человека, базируются на физиологической основе, так как они развиваются на основе тех же процессов, которые разыгрываются в нервном субстрате. Для исследования этих явлений физиологи должны разрабатывать новые и усовершенствовать старые методы соответственно задачам изучения.

И. М. Сеченов особо подчеркивал, что психическая деятельность человека проявляется во внешнем его действии, выражается именно внешними признаками. Однако законы внешних проявлений психической деятельности, к сожалению, мало разработаны. Более того: основа, на которой будет развиваться психология, продолжала оставаться все еще в тени, ускользает от внимания естествоиспытателей. „В основу новой психологии,—говорил И. М. Сеченов,—будут положены вместо умствований, нашептываемых обманчивым голосом сознания, положительные факты или такие исходные точки, которые в любое время могут быть проверены опытом. И все это может сделать одна только физиология, так как она одна держит в руках ключ к истинно научному анализу психических явлений“ („Рефлексы головного мозга“).

Своими трактовками, касающимися физиологии мозга, И. М. Сеченов со всей присущей ему смелостью, которой так не хватало естествоиспытателям, даже таким мыслителям, натуралистам как Декарту и Дарвину, не только разрушал старые религиозные представления библии, евангелия и корана, церковно-поповские воззрения на душу,* но и создавал новое стройное учение об эволюции психических способностей от простейших рефлексов до самых сложных форм мыслительной деятельности. Он исчерпывающе точно и ясно определил значение так называемых высших приобретенных рефлексов, связанных с деятельностью полушарий головного мозга. „Все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному явлению—к мышечному движению. Смеется ли ребенок при виде игрушки, улыбается ли Гарибальди, когда его гонят за излишнюю любовь к родине, дрожит ли девушка при первой мысли о любви, создает ли Ньютон мировые законы и пишет их на бумаге—везде окончательным фактом является мышечное движение“. Исходя из своих опытов и наблюдений, он приходит к следующему заключению: „Мы нашли, что спинной мозг без головного всегда, т.е. роковым образом, производит движения, если раздражается чувствующий нерв; и в этом обстоятельстве видели первый признак машинности спинного мозга в деле произведения движений. Дальнейшее развитие вопроса показало, однако, что и головной мозг при известных условиях, (следовательно, не всегда) может действовать как машина и что тогда деятельность его выражается так называемыми невольными движениями. Ввиду таких результатов стремление определить условия, при которых головной мозг является машиной, конечно, совершенно естественно“. Далее он утверждает,

* И. П. Павлов предельно ясно выразил свою точку зрения о бесполезности ссылки натуралистов на душу. „Для натуралиста все в методе, в шансах добыть, непоколебимую прочную истину, и с этой только, обязательно для него, точки зрения душа как натуралистический принцип не только ненужна ему, а даже вредно давала бы себя знать на его работе, напрасно ограничивая смелость и глубину его анализа“ (И. П. Павлов).

что „все без исключения психические акты, не осложненные страстным элементом, развиваются путем рефлекса.

Стало быть, и все сознательные движения, вытекающие из этих актов, т. е. движения, называемые обыкновенно произвольными, суть в строгом смысле рефлекторные“; логически завершающим теоретическим положением, которое вооружает и направляет естествоиспытателей на путь исследования головного мозга, является „мысль о машинности мозга, при каких бы то ни было условиях, для всякого натуралиста вклад“ (И. М. Сеченов*).

В трактатах по материалам своих исследований И. М. Сеченов подвел физиологическую, следовательно, материалистическую основу психической деятельности человека, подготовив тем самым прочный фундамент будущей экспериментальной физиологии головного мозга. И. М. Сеченов, указывая на роль многократного повторения внешних раздражений в образовании всякого рода связей в коре головного мозга, несомненно, находился накануне открытия условных рефлексов в смысле И. П. Павлова. Он не сделал этого открытия, можно полагать, потому, что в его руках не было того метода, который был разработан И. П. Павловым лет 30 спустя, именно метода условных слюнных рефлексов, который обеспечил И. П. Павлову блестящий успех, гарантировав совершенно объективное отношение к тем новым рефлексам, которые обнаруживаются в результате установления связи между агентами внешнего или внутреннего мира и организмом, и к проявлениям психики.

При разработке нового подхода и объективного метода изучения головного мозга И. П. Павлов исходил из признания рефлекторного характера деятельности головного мозга. При этом ему оказал большую услугу экспериментальный материал, накопленный в опытах на животных с применением метода хронических фистул для изучения работы слюнных желез. Путем глубокого анализа наблюдаемых явлений он пришел к заключению, что многие индифферентные раздражители—агенты перестают быть безразличными для животных, когда действие раздражителя совпадает несколько раз с безусловным пищевым рефлексом, он (этот индифферентный раздражитель) выходит из ряда агентов, не имеющих отношения к пищевой реакции животного, и становится сигналом пищи, т. е. он становится условным раздражителем для данного животного, вызывающим его пищевой рефлекс. И. П. Павлов, усмотрев в подобных актах проявление функций больших полушарий головного мозга, т. е. считая, что связь, которая образуется между агентами внешнего мира и органами человека или животных, осуществляется нервными клетками головного мозга, что это есть результат физиологической работы больших полушарий головного мозга и что она проявляется в образовании новых рефлексов, пришел к разработке нового метода—метода условных рефлексов для изучения головного мозга. Изучая рефлексы головного мозга и явления, обычно называемые психическими, объективным методом, И. П. Павлов приступил тем самым к разработке новой, существенной главы физиологии—высшей нервной деятельности.

Положения, выдвинутые И. М. Сеченовым и И. П. Павловым, основанные на глубоком анализе огромного фактического материала,

* См. Избранные произведения, том I, 1952, стр. 9, 10, 14.

являются несокрушимой частью естественно-научного фундамента марксистского мировоззрения и служат экспериментальным основанием ленинской теории отражения, ибо устанавливают рефлекторный — отражательный — характер всей без исключения деятельности мозга, раскрывают условия и закономерности этой деятельности, ставя ее в зависимость от внешнего и внутреннего мира, от воздействия которых начинаются в периферической части анализаторов чувственные возбуждения. „Психический акт не может явиться в сознании без внешнего, чувствительного возбуждения“ или „Первая причина всякого человеческого действия лежит вне его“ (И. М. Сеченов). Другими словами, И. М. Сеченов признавал детерминированность всех актов сознательной жизни.

Учение И. М. Сеченова и И. П. Павлова произвело революционный переворот в биологии и психологии и стало самым острым оружием философской борьбы с проявлениями идеализма. Только этим объясняется то ожесточенное сопротивление, которое встретили в свое время „рефлексы головного мозга“ И. М. Сеченова и учение об условных рефлексах И. П. Павлова со стороны чиновников правительства царской России и реакционных ученых, прислужников эксплуататорского класса — проповедников различных метафизических, идеалистических концепций, как тогда у нас, так и за рубежом по сей день.

И. М. Сеченов в 1863 году впервые дал миру понятие о центральном торможении, показав, что торможение спинномозговых рефлексов наступает при раздражении зрительных бугров лягушки кристаллом хлористого натрия. Научное значение этого открытия состоит в том, что только торможение позволяет объяснить координацию различных функций и движений организма. Следовательно, оно является большим вкладом в физиологию и имеет для естествознания не меньшее значение, чем открытие Ч. Дарвина о происхождении видов.

В 1881—83 годах И. М. Сеченов описал ритмически изменяющиеся электрические потенциалы, которые рождаются в нервных центрах ствола мозга в темпе дыхательных движений. Эти потенциалы свидетельствуют о периодическом возбуждении дыхательного центра. Они могут быть заторможены центро-стремительными импульсами различных чувствительных нервов, в которых эти импульсы возникают во время раздражения.

Н. Е. Введенский, по поручению своего учителя, более подробно исследовал изменение состояния дыхательного центра под влиянием проходящих от периферии нервных импульсов. При этом он установил, что эффект от взаимодействия приходящих с периферии импульсов с состоянием дыхательного центра зависит от того, в какую фазу дыхательного акта они проходят: в фазе вдоха или в фазе выдоха. Если импульсы поступают в дыхательный центр в начале вдоха, то возбудимость дыхательного центра подкрепляется, т. е. усиливается и углубляется вдох, а если они приходят к концу вдоха, то деятельность дыхательного центра затормаживается. На основании этих опытов он пришел к заключению, что одни и те же импульсы, смотря по тому, при каком состоянии центра они приходят, вызывают то возбуждение, то торможение.

Н. Е. Введенский, имея некоторые данные о ритмической при-

роде, периодичности возбуждения в нерве, в нервных центрах и в мышце, уже в 1882 году, продолжив эти исследования, подытожил результаты наблюдения в своем классическом произведении „телефонические исследования над электрическими явлениями в мышечных и нервных аппаратах“ (1884).

Ввиду большой чувствительности к колебанию электрического потенциала, Н. Е. Введенский применил в своих опытах телефон. Вследствие того, что процесс возбуждения сопровождается электрическим потенциалом раздражаемой ткани, то можно отнести к телефону возникающий при этом электрический ток и по звуковому эффекту судить о количестве колебаний в единицу времени. Он со всей убедительностью показал, что если раздражать двигательный нерв, связанный с мышцей прерывистым электрическим током с частотой до 50 колебаний в секунду и при этом отвести токи от мышцы к телефону, то можно ухом уловить ток, который соответствует ритму раздражения. Если увеличить частоту раздражения до 250 и более, то сначала слышится музыкальный тон, который вскоре переходит в шум, что сопровождается резким понижением в силе звука.

На этом основании Н. Е. Введенский приходит к заключению, что мышца обладает способностью воспроизводить известное, но ограниченное число ритмических импульсов. Следовательно, мышца не может воспроизводить любое число, навязываемое ей, импульсов; нерв, хотя и может воспроизводить и проводить возбуждение в синхронном ритме раздражения, но мышца ввиду своей ограниченной способности не сможет отвечать возбуждением в соответствии с ритмом раздражения; нужно полагать, что в деле воспроизведения нервных импульсов нет изохронизма между мышцей и соответствующим нервом. Если он существует в некоторых случаях, то его можно найти только в пределах низкой частоты и для начала опыта. „Пока мышце сообщается небольшое число импульсов, она верно воспроизводит, но когда число становится больше, она начинает сливать их в периоды более продолжительные, чем период самих импульсов“, — писал Н. Е. Введенский.*

Очевидно, мышца обладает своими условиями периодики, нерв — своей возможностью.

Н. Е. Введенским же был установлено, что при волевом или произвольном сокращении мышцы телефон обнаруживает ритмичность возбуждения; отсюда ясно, что не только в эксперименте, но и в естественных условиях — при обычном функционировании мышц конечностей — возбуждение, исходящее из нервных центров головного мозга, имеет ритмический характер. В это же время им было найдено различие в количественных показателях ритмики, в различных звеньях возбудимых образований; здесь стал вопрос о временной характеристике отдельных „единиц“ возбуждения, об интимной связи фактора времени с процессом возбуждения.

Факт изменения реакции мышцы при непрямом раздражении в зависимости от частоты и силы раздражения, а также характер нарушения закона силовых отношений в зависимости от физиологического состояния раздражаемой ткани и действия раздражителей основатель-

* Избранные произведения, часть I, стр. 36, Изд. Акад. Наук, 1950.

но анализировал Н. Е. Введенский в своей докторской диссертации (1886).

Поводом для этого послужило усиление мышечного сокращения вслед за ослаблением тетанического раздражения, применяемого на двигательный нерв препарата, или расслабление мышечных сокращений после усиления раздражения, происходящие в известных условиях. Этот факт идет в разрыв, как указывает Н. Е. Введенский, с установленной зависимостью между силой раздражения и величиной сокращения мышцы. Это наблюдается в том случае, если раздражать двигательный нерв постоянной силой, но варьировать лишь частоту — ритм — раздражения; увеличение частоты до известного предела ведет к усилению сокращения мышцы; а дальнейшее увеличение частоты раздражения сразу ведет к резкому уменьшению сокращений мышцы, вплоть до полного расслабления ее. То же самое наблюдается при варьировании силы тока, при сохранении его частоты перерывов (ритм) на одном уровне. Усиление тока до известной величины и предела поведет к увеличению сокращения мышцы, а затем увеличение силы раздражающего тока приводит к резкому ослаблению и прекращению мышечных сокращений.

Частоту раздражения нерва, способную вызвать максимальное сокращение мышцы, Н. Е. Введенский назвал „оптимум частоты“, а соответствующую ей реакцию (сокращение) мышцы — „оптимум сокращения“; частоту раздражения нерва, вызывающую резкое ослабление сокращения мышцы, он назвал „пессимум частоты“, соответствующее состояние мышцы — „пессимум сокращения“ тот же смысл имеют „оптимум силы“ и „оптимум сокращения“; „пессимум силы“ и „пессимум сокращения“. Он установил, что оптимум и пессимум имеют значение лишь при определенных конкретных условиях опыта; с изменением этих условий они перестают играть прежнюю роль как оптимум частоты или силы. Поэтому оптимум частоты или силы для неутомленного или неподвергнутого альтерации препаратов после утомления или охлаждения их могут стать пессимумом частоты или силы.

Следовательно, изменение значения частоты и силы зависит от состояния раздражаемой ткани. Таким образом, Н. Е. Введенский разрешил вопрос о переходе возбуждения в торможение и, наоборот, торможения в возбуждение, показав роль в этом частоты или силы раздражения и состояния возбуждаемой ткани.

Различные возбудимые образования способны воспроизводить различную частоту: нервное волокно свободно воспроизводит до 500 импульсов, а мышцы не в состоянии воспроизвести такое число импульсов. Если она подвергается раздражению такой частотой, то очень быстро обнаруживает пессимум. Речь здесь идет о том, что пессимум наступает ввиду недостаточности интервала между раздражениями, т. е. он наступает в результате развития торможения.

Можно и нужно ставить вопрос о значении интервала раздражения в самой общей форме, говорил Н. Е. Введенский. Разрешая вопрос об интервале раздражения, он нашел, что любая возбудимая ткань после воспроизведения одиночной волны возбуждения последовательно переживает две фазы: „рефракторную“ и „экзальтационную“. Время, в течение которого продолжается рефракторная фаза, равно 0.004 секунды, время экзальтационной фазы равно 0.05 секунды. При

том время как фазы невозбудимости, так и фазы повышенной возбудимости могут колебаться как в сторону удлинения, так и в сторону укорочения.

Если проходящая по нерву вслед за первой волной возбуждения вторая волна дойдет очень быстро и попадет в фазы не возбудимости (рефракторности, по терминологии Н. Е. Введенского), возникающей после первой волны возбуждения, то нервная клетка или мышца не реагирует на действие второй волны. Если же вторая волна возбуждения, в соответствии с более редким ритмом возникновения волн, приходит после достаточного интервала и попадает в фазы повышенной возбудимости, возникшей после первой волны, то она вызывает более сильный эффект, чем первая волна.

Целеустремленные исследования о ритмической природе и периодичности процесса возбуждения в нервных центрах, в нервных проводниках, в мионевральной связи и в мышцах, а также установленное различие в количественных показателях ритмики в различных звеньях в возбудимых образованиях, в частности опыты, произведенные на нервно-мышечном аппарате, привели Н. Е. Введенского к открытию очень важного для физиологии закона „относительной лабильности или функциональной подвижности“ возбудимых тканей.

Телефоническое исследование показало, что куроризированная мышца при прямом ее раздражении способна воспроизвести 200—260 волн возбуждения в одну секунду, в то время как двигательный нерв за это время 500 волн возбуждений. При непрямом же раздражении мышцы, когда возбуждение передается с нерва на мышцы через нервные окончания, мышца производит лишь 100—150 волн возбуждений в одну секунду и то лишь в начале опыта—в первые его секунды, после чего впадает в состояние пессимума.

Как и отчего происходит последний? Можно допустить, что частые или сильные раздражения нерва утомляют его, поэтому он перестает проводить возбуждение к мышце. Но Н. Е. Введенский результатами своих опытов, поставленных специально для выяснения утомляемости нерва (1883), опроверг это предположение и высказал, что причину пессимума нужно искать не в нерве, а в мышце, взятой с ее нервными окончаниями.

Вполне возможно предположить, что пессимум наступает в результате истощения мышцы вследствие предшествовавших сильных или частых ее сокращений. Это легко опровергается тем, что когда усиление силы или ритма раздражения ведет к ослаблению сокращения мышцы, достаточно не прекращая раздражения, только уменьшить силу или частоту раздражения, как тут же происходит повышение кривой мышечных сокращений.

Разумеется, в процессе сильных тетанических сокращений мышца в какой-то степени истощается, а во время состояния пессимума в мышце происходят сильные восстановительные процессы—она за это время способна оправляться от утомления, подчеркивает Н. Е. Введенский в своем замечательном произведении „О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе“*. Не трудно заметить, что автор склонен к мысли рассматривать пессимум как охранительное торможение. На вопрос, когда и от чего происходит пессимум.

* См. 118 стр, пункт 51; стр. 234—236, пункт 91. Изд. 1886,

ответ дан Н. Е. Введенским в том же произведении, пункт 93, стр. 244. Он писал: „Необходимо предположить, что второе раздражение, падая на фазу невозбудимости после первого и само оставаясь без внешнего эффекта, тем не менее создает такие же условия невозбудимости для третьего импульса, следующего за ним достаточно быстро, третий—для четвертого и так далее“.

Таким образом, Н. Е. Введенский открыл роль интервала, фактора времени в интимных процессах механизма ответной реакции ткани на раздражение возбуждением и торможением, также развитие последних с последующим переходом одного процесса в другой в ходе самого раздражения и доказал, что пессимум как реакция угнетения является результатом не истощения ни нерва, ни мышцы, а активным процессом, создаваемым в нервных окончаниях мышцы частыми волнами возбуждения, притекающим сюда по нерву.

Результаты опытов, проведенных Н. Е. Введенским на нервно-мышечном препарате, доказывают различную лабильность—функциональную подвижность—разных звеньев тканей гетерогенной системы, как нервно-мышечный препарат, состоящий из нервного проводника, мионевральной связи и из самой мышцы.

Под лабильностью или функциональной подвижностью Н. Е. Введенский понимал самое высокое число электрических осцилляций, которые данный физиологический аппарат способен воспроизвести в соответствии с ритмом максимальных раздражений. „Под функциональной подвижностью, или лабильностью я понимаю,—писал Н. Е. Введенский,—более или менее значительную скорость элементарных реакций, сопровождающих функциональную деятельность. Я принимаю за меру лабильности наибольшее число электрических колебаний, которые данный физиологический аппарат может воспроизвести в одну секунду, оставаясь все время в полном числовом соответствии с максимальным ритмом раздражения“*.

Это свидетельствует о том, что чем менее лабильна возбуждаемая ткань, тем менее она инертна и тем медленнее оформляется и совершается волна возбуждения, поэтому тем меньше число волн возбуждения,—как целый, законченный процесс—приступов укладывается в единицу времени; напротив, ткань с повышенной лабильностью воспроизводит гораздо больше число волн возбуждения за ту же единицу времени, так как оформление и протекание волн возбуждения в ней не задерживается.

В нервно-мышечном аппарате наименьшей лабильностью обладают мионевральная связь (синапс), состоящий из моторных бляшек, отсюда протекание каждой волны возбуждения в этом участке длится дольше, чем в нерве и мышце. Когда последующая волна подходит по нерву к мионевральной связи, то она застаёт предыдущую волну, застрявшую здесь в виду ее меньшей лабильности по сравнению с таковой нерва, в результате чего интервал между ними становится незначительным, что неизбежно приводит к своеобразному „столкновению“ как этих волн возбуждения, так и последующих волн с предыдущими. В итоге для импульсов (волн возбуждения),

* Н. Е. Введенский. Отношения между ритмическими процессами и функциональной деятельностью возбужденного нервно-мышечного аппарата. См. И. М. Сеченов, И. П. Павлов, Н. Е. Введенский—физиология нервной системы, избранные труды, выпуск II, 1952, стр. 263.

пробегающих по нерву, доступ к мышце закрывается, мышца ослабляется. Мышца освобождается таким образом от импульсов, приводящих ее через сокращение, в конце концов, к утомлению, начинает оправляться, восстанавливает свое первоначальное или близкое к нему функциональное состояние.

Н. Е. Введенский рассматривает пессимум как торможение, которое складывается в мионевральной связи притекающими волнами возбуждения, другими словами, процесс возбуждения модифицируется и переходит в торможение. Отсюда видно, что решающим фактором в процессе эволюции торможения из возбуждения является функциональная подвижность отдельных звеньев нервно-мышечного препарата.

Следует указать, что большой заслугой автора учения о лабильности является то, что он показал, что лабильность возбудимой ткани является величиной переменной, зависящей от условий существования и функционирования, т. е. от ее состояния. Различного рода воздействия—холод и тепло, механические и химические агенты, нарушение питания и снабжения кислородом или задержка продуктов конечного распада и образование других продуктов, в частности, физиологически активных веществ, и, наконец, характер и интенсивность текущей деятельности реагирующего субстрата непременно ведут к изменению его лабильности. Поэтому по ходу деятельности нервно-мышечного аппарата изменяется лабильность прежде всего мионевральной связи, затем может быть и других звеньев. Вот почему мышца, отвечающая оптимальной реакцией на раздражение нерва частотой 120 раз в секунду, после короткого времени начинает отвечать на ту же частоту раздражения пессимальной реакцией. Лабильность является величиной непостоянной; признания того, что она (лабильность) определяется как функция состояния субстрата, есть главная, самая существенная особенность этого учения.

В самом деле, если торможение возникает потому, что нервно-мышечный аппарат состоит из трех звеньев, из трех частей, так сказать из тройного рода субстратов, с различной лабильностью, и звено между нервом и мышцей—мионевральное—является тем участком, где происходит трансформация волн возбуждений, то возникает мысль: нельзя ли изменить состояние какого-нибудь небольшого участка нервного проводника воздействием наркотиков, температуры, химических веществ, механических и физических агентов и других факторов так, чтобы этот измененный по состоянию участок походил на участок мионевральной связи?

Н. Е. Введенский с большой настойчивостью стремился проникнуть в самые сложные и интимные стороны деятельности центральной нервной системы, искал подход к раскрытию механизмов произвольных и непроизвольных актов, остававшихся в то время в тени и непонятным во многих отношениях. Действительно, изучение в хронологическом порядке научных трудов и путей изыскания Н. Е. Введенского убеждает нас в том, что он, проводя целенаправленные исследования, проделал своеобразный и сложный путь научного искания.

В своих первых исследованиях („О действии света на возбудимость кожи лягушки“, „О дыхании лягушки“, „О влиянии электрического раздражения блуждающего нерва на дыхательные движения у млекопитающих“, „Исследование над нервными центрами“ и др.),

проводимые в лаборатории И. М. Сеченова, обнаружив ряд закономерно протекающих фактов, переходил к более подробному исследованию на сравнительно простом структурном аппарате (нервно-мышечном) чтобы затем вернуться вновь к исследованиям явлений центральной нервной системы.

Парекрасным подтверждением сказанного является работа „О взаимных отношениях между психомоторными центрами“, опубликованная им еще до монографии о парабозе (1897) и работе „Тормозящие и возбуждающие взаимодействия между рефлекторными центрами“, выполненная после работы над материалом монографии о парабозе (1901). В этих исследованиях он установил наличие интимных отношений между раздражением и возбуждением, раскрыл внутреннюю природу торможения, вполне ясно и определенно высказал мысль о подъеме функциональной подвижности дыхательного центра с последующим ее падением; идея о местном, колебательном характере возбуждения в нервном центре, возникающего в результате взаимодействия возбуждений, вызванных в нем гуморальными факторами и приходящих волн возбуждения по нерву, зародилась впервые в работе, в которой он изучал механизм возникновения дыхательных движений животных (1879—1881).

Метод к выявлению тайны механизмов координации движений, лежащих в основе реакции целостного организма на воздействия факторов окружающей среды. Н. Е. Введенский считал, даст, в частности, расшифровка роли и значения синаптической связи между нейронами в центральной нервной системе. Действительно, серьезно продумав вопрос о методах решения поставленной задачи, Н. Е. Введенский выдвинул идею создания „искусственного синапса“ путем изменения лабильности отдельного участка нервного проводника.

Н. Е. Введенский высоко оценивал такой прием обработки ограниченного участка нервного проводника, как создание своеобразной модели нервного центра, миелиновой и центральной синаптической связи, которой объединяются нейроны в одну сложную и неоднородную цепь, из которой состоит путь рефлекторного акта; поскольку он на основании результатов ряда предыдущих своих исследований оценивал нервный центр и рефлекторную дугу как гетерогенное образование, состоящее из различных звеньев с разной лабильностью, то он задумал воспроизвести более простое образование, чем участки центральной нервной системы с их центрами или даже чем нервно-мышечный препарат, который отличается от центральной нервной системы своей простотой, но тем не менее нервно-мышечный препарат представляет относительно сложную гетерогенную систему, так как в нем имеются морфологически и функционально различные друг от друга три звена.

Н. Е. Введенский добился создания очень простой модели синапса на однородном нервном проводнике. Он на избранном участке нерва путем локального воздействия (альтерации) изменял его лабильность, в результате чего обычный однородный по структуре нервный проводник становится гетерогенной системой в функциональном отношении.

Этим был сделан гигантский шаг вперед в понимании механизмов физиологических актов и интимных сторон развития процессов возбуждения, торможения и взаимоотношения их друг с другом. на

основе которых совершаются рефлекторные акты и их координация.

На этой общедоступной и легко воспроизводимой модели изучались в относительно простых условиях очень сложные по своей природе явления. так, например: взаимодействия волн возбуждения, пробегающих по нерву к измененному участку; установлено, что импульсы, пробегающие в определенном ритме с проксимального конца к альтерированному участку нерва, находятся в резком несоответствии с лабильностью измененного участка нерва; навязываемый ритм превосходит меру лабильности альтерированного участка, вследствие чего этот участок не может воспроизводить их в синхронном ритме с ритмом раздражения. Альтерированный участок нерва начинает трансформировать их в данный момент соответственно своей лабильности. Это позволило объяснить извращение закона силовых отношений, причину пессимума и некоторые другие явления. На этом основании можно видеть сходство в действии альтерированного участка нерва и мионевральной связи, а действие последней можно сравнить с действием межнейронных синапсов, в конечном счете — с свойством нервных центров.

Открытие искусственной модели нервного центра и исследования, проведенные Н. Е. Введенским, обеспечили бурное развитие физиологической мысли у нас и оказали известное влияние на развитие физиологии за рубежом. Классическими исследованиями выдающихся ученых — естествоиспытателей И. М. Сеченова, Н. Е. Введенского и И. П. Павлова биология и физиология далеко ушли в своем развитии вперед по пути диалектического материализма. Исследования Н. Е. Введенского так же, как исследования И. М. Сеченова и И. П. Павлова, принесли им мировую известность и снискали всеобщее уважение передовой части ученых и прогрессивного человечества.

На этой очень простой „модели центрального синапса“ Н. Е. Введенский очень детально по нескольким показателям* изучал процессы возбуждения, торможения, их развитие с переходом друг в друга и другие явления, связанные с раздражением и проведением возбуждения, устанавливал закономерности найденных фактов и явлений, сопоставляя между собой все эти показатели.

Н. Е. Введенский выполнял эти работы так же, как исследования ритмической природы возбуждения, периодичности возбуждений в мышце, нерве, мионевральной связи и в нервных центрах. Эти труднейшие исследования, связанные с оценкой по высоте звукового тона количества разрядов в секунду, Н. Е. Введенский выполнял с такой точностью и виртуозностью, что до сих пор вызывает восхищение ученых. И сейчас, когда благодаря осциллографу можно регистрировать биотоки любой частоты, возникающие в возбудимых образованиях, фактические данные великого физиолога находят полное подтверждение. Нельзя не отметить и того, что многие видные зарубежные физиологи, посвятившие себя изучению процессов возбуждения и торможения, как, например, Ферворон и его ученики, уже спустя четверть века после исследований Н. Е. Введенского, так и не могли подняться до уровня его работы 1886 г.

Другие, не менее известные ученые, как, например, Кейт Люкас,

* Он одновременно регистрировал мышечные сокращения, электрические потенциалы и выслушивал тоны мышцы через телефон.

Эдриан и др. в течение 30 лет после (этих) исследований замечательного экспериментатора и теоретика ничего существенного не могли прибавить к найденным им фактам. В истолковании этих фактов, подтвержденных и ими, они немало заимствовали из богатого арсенала идей Н. Е. Введенского, высказанных в разных его произведениях (как, например: Телефонические исследования над электрическими явлениями в мышцах и нервах (1884); О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе (1886); Отношения между ритмическими процессами и функциональной деятельностью возбужденного нервно-мышечного аппарата (1892); О мышечном ритме при сокращении, вызванном раздражением мозговой коры (1881); О возбуждающем и тормозящем действии электрического тока на нервно-мышечном аппарате (1891); О взаимных отношениях между психомоторными центрами (1897); Тормозящие действия при раздражении мозговой коры (1899); Общие свойства нервных центров (1899); Тормозящие и возбуждающие взаимодействия между рефлекторными центрами (1899); Возбуждение, торможение и наркоз (1901); Возбуждение и торможение в рефлекторном аппарате... (1906); Рефлексы антагонистических мышц при электрическом раздражении чувствующего нерва (1908, 1909); Фаза рефракторная и фаза экзальтационная (1909), и многие другие,* но все же не могли полностью встать на путь замечательного мыслителя и избавиться тем самым от внутренних противоречий в системе их представлений об интимном механизме нервной деятельности.

Что касается теоретических воззрений Н. Е. Введенского, то они прочно обоснованы на тщательно проверенных экспериментальных фактах, которые устанавливают причинную связь между явлениями, рассматривают их в связи с изменением свойства материального субстрата, лежащего в их основе. Поэтому они правильно отражают действительность явлений и их закономерность. Н. Е. Введенский, как теоретик-материалист, заняв правильную позицию в естествознании, стоял как мыслитель - ученый на голову выше своих коллег за рубежом.

Гельмгольц так же, как Мюллер и Дюбуа Реймон, Пфлюгер и другие, не поднимаясь в своих воззрениях выше механицизма и эмпиризма в части исследования, оставались верными идеализму, а Н. Е. Введенский, направляя острее своего учения против идеализма, способствовал развитию естественно-научной основы диалектического материализма.

Исследования Н. Е. Введенского показали, что в зависимости от характера и продолжительности действия агента, степень изменения лабильности альтерированного участка нерва различна. Если раздражать нерв проксимальнее от альтерированного участка и достаточной силой или частотой, то волны возбуждения, достигая участка с измененной лабильностью, замедляются в своем проведении и в то же время еще более снижают лабильность этого своеобразного возбужденного участка. В случае резкого снижения лабильности, приходящие сюда волны принимают слишком затяжной, стойкий, неколеблущийся характер, который препятствует дальнейшему проведению

* Н. Е. Введенский. Избранные произведения, редакция проф. М. Г. Дурмишьяна. Медгиз, 1952.

возбуждений; этот участок нерва, видимо, характеризуется внешне тем, что он теряет „раздражительность“, способность рождать волны возбуждения и проводимость.

Состояние стойкого, неколеблящегося, стационарного возбуждения, развивающегося в определенном участке возбудимого образования под влиянием тех или иных воздействующих факторов, Н. Е. Введенский назвал „парабиозом“, стремясь подчеркнуть, что возбудимая ткань, состояние которой характеризуется доведением ее возбудимости до крайности, стоит на грани жизни и смерти (парабиоз от греческих слов: пара—около; биос—жизнь).

Удобнее наблюдать развитие парабиотического процесса на нервно-мышечном препарате, нерв которого в одном ограниченном участке альтерируется эфиром или хлороформом, новокаином или никотином, хлористым калием или катодом постоянного тока, механическим сдавливанием или холодом, или другими агентами, изменяющими его состояние.

Изменение состояния участка, подвергнутого воздействию того или иного фактора, проверить можно путем сравнения величины мышечных сокращений, записываемых на одинаковые по величине пробные раздражения, которые посылаются либо с альтерируемого участка, как до применения альтерации, т. е. при нормальном состоянии участка, так и в момент ее применения либо с нормального участка, лежащего выше альтерированного; волны возбуждения, идущие с нормального участка, чтобы попасть в мышцу, должны проходить альтерированный участок.

Величина кривых мышечных сокращений должна быть различна в зависимости от того, в каком состоянии альтерированный участок находится в смысле изменения возбудимости. При повышении его возбудимости кривые мышечных сокращений по высоте будут больше, чем таковые до применения альтерации. Напротив, при понижении возбудимости альтерированного участка кривые мышечных сокращений должны быть по высоте меньше, чем они были до применения альтерации.

Альтерированный участок, в зависимости от состояния—степени изменения возбудимости и лабильности, может влиять различно и на импульсы, приходящие к нему с вышележащего нормального участка; он может усиливать или ослаблять их, что также будет зависеть от силы и частоты приходящих к нему импульсов.

При раздражении нерва индукционным током сокращение мышцы до альтерации будет тем больше, чем сильнее ток. Но тотчас после альтерации участка нерва возбудимость его на очень короткое время повышается, о чем свидетельствует понижение порога раздражения, легко проверяемое путем прямого раздражения участка.

Но вскоре развивающиеся изменения, углубляясь, вносят в состояние участка нечто новое, чем отличается участок; его реакция на приходящие импульсы изменяется. При этом состоянии альтерированного участка, величина первых мышечных сокращений на сильные и слабые, а также на частые и редкие раздражения выравнены, т. е. на сильные раздражения мышца сокращается слабее, а на слабые раздражения—сильнее, на слабые раздражения мышца дает более сильные сокращения, чем до альтерации.

На том основании, что мышца начинает реагировать на слабые

и сильные, а также на частые и редкие раздражения в более или менее одинаковой степени, эту стадию называют уравнивающей или трансформирующей (или еще провизорной). В дальнейшем, прибегающие к альтерированному участку волны возбуждения, особенно сильные и частые, сами способствуют понижению лабильности участка, тем самым готовят и ускоряют наступление следующей парадоксальной фазы парабิโอ́за. Она отличается от предыдущей фазы тем, что слабые раздражения продолжают вызывать сокращения мышцы, а сильные перестают вызывать их.

Следовательно, при этом состоянии альтерированного участка нерва, мышцы реагируют лишь на слабые раздражения, а на сильные нет, возбуждения, возникающие на слабые раздражения легко проходят альтерированный участок, а от сильного раздражения—задерживаются. Парадоксальная стадия, очевидно, есть стадия, через которую парабактериотический процесс вступает в третью стадию. Особенность этой стадии состоит в том, что она обнаруживает связь с первой и третьей стадией парабактериотического процесса. Она является продолжением первой стадии (провизорной), так как слабые раздражения проходят через альтерированный участок и вызывают сокращение мышцы, и в этой же стадии начинается закладывание основы для третьей, более глубокой стадии парабิโอ́за, что видно из того, что сильные раздражения задерживаются, не проходят через участок, как бы преграждая себе путь, и поскольку они до мышцы не доходят, мышца не сокращается.

Следовательно, в этой фазе мы имеем признаки, предвещающие наступление грядущей фазы, что очень легко обнаруживается при дальнейшем действии альтеризирующего агента, когда волны возбуждения как частые, так и редкие совсем перестают проходить через альтерированный участок,—все они задерживаются, тормозятся в нем. Этого также можно достигнуть или хотя бы ускорить наступление этой стадии путем сильного или частого раздражения нормального участка нерва, лежащего выше альтерированного.

Как продолжительное действие альтеризирующего агента, так и волны, приходящие в альтерированный участок, углубляют состояние этого участка и вызывают торможение,—здесь наступает третья стадия парабิโอ́за, называемая тормозящей стадией. Состояние ткани в эту стадию характеризуется резким снижением лабильности, достижением возбуждения предельной стойкости и исчезновением проводимости ткани альтерированного участка. В участке наступает полное торможение. Дальнейшее действие агента, следовательно развитие процесса может вести ткань к смерти.

Однако, парабактериотическое состояние есть процесс обратимый, удаление раздражающего агента, промывание ткани альтерированного участка приводит к восстановлению возбудимости, проводимости и лабильности; при восстановлении ткань проходит те же стадии, но в обратном направлении—от тормозящей стадии до состояния нормального проведения и возбуждения.

Н. Е. Введенский показал, что на различные воздействия нерв отвечает однотипной местной реакцией, в которой различают несколько характерных и последовательно протекающих стадий. Упомянутые выше последовательно развивающиеся феномены (явления) представляют собой стадии развития парабактериотического процесса, или парабактери-

за. Возбудимая ткань, проходящая в состояние парабиоза, прежде чем утратить свои основные функциональные свойства, обязательно должна проходить все эти три стадии, но лишь с той разницей, что в различных случаях продолжительность и интенсивность протекания стадии могут обнаружить значительное многообразие и существенное различие, что уже граничит с патологией. Однако заметим, что парабиотический процесс—это нормальная физиологическая реакция возбудимой ткани на раздражение. О патологии можно говорить только в том случае, когда парабиоз или отдельные стадии его развития приобретают стойкий, затяжной характер и затруднен обратный ход развития процесса к норме.

Н. Е. Введенский теоретически и практически показал, что возбуждение и торможение представляют собой различные проявления реакции органа на раздражение. В участке нерва под влиянием альтерирующего вещества возникает местное нераспространяющееся возбуждение. Это особое состояние участка может быть названо состоянием возбудимости. Пока она невелика, она, видимо, не препятствует прохождению волн возбуждения. Но по мере действия альтерирующего агента, состояние участка углубляется, усиливается развитие парабиотического процесса. Поэтому альтерированный участок не может воспроизвести того максимального количества волн возбуждения, которые приходят с нормального участка, так как каждая приходящая волна возбуждения, достигнув альтерированного участка, все больше растягивается, становится более длинной, т. е. на некоторое время задерживается; отсюда ясно, что частота волн возбуждения при прохождении через альтерированный участок снижается.

При определенном состоянии альтерированного участка, последний вместо заданных 200 импульсов пропускает лишь 100 импульсов, а остальные 100 окажутся задержанными—заторможенными. Таким образом, трансформирующая стадия парабиоза есть начало развития торможения, так как трансформацию ритма можно рассматривать как частичное торможение. Сильные и частые раздражения так же, как продолжительное действие альтерирующего агента, способствуют быстрейшему развитию тормозящей стадии парабиоза. Этим объясняется тормозящий эффект сильного раздражения в парадокс—сильную стадию парабиоза. При развитии стадии торможения мышцы ни на какие—ни на сильные, ни на слабые раздражения не реагируют, так как импульсы не могут проходить через альтерированный участок, он задерживает, тормозит все приходящие импульсы. Таким образом, торможение представляет собой лишь определенную стадию развития процесса возбуждения; очевидно, количественные изменения, нарастающие в процессе развития возбуждения, в определенный момент скачкообразно переходят в качественные изменения, которые порождают новое явление, называемое торможением.

Дальнейшие исследования Н. Е. Введенского показали, что установленные им закономерности реагирования нервно-мышечного препарата, их зависимость от лабильности тканей и силы, и частоты раздражения имеют место и в рефлекторной деятельности спинного мозга. Он в своих исследованиях исходил из того, что „парабиоз нерва должен быть признан всеобщей реакцией его на самые разнообразные воздействия, реакцией еще более общей, чем его состояние возбуждения или деятельности в ходячем значении этого слова“, с чем

нужно согласиться и руководствоваться при объяснении процессов и явлений центральной нервной системы.

И. П. Павлов был первым из тех, кто тщательно изучал научные труды Н. Е. Введенского и руководствовался ими в своей практической деятельности. „Он устанавливает,—говорит И. П. Павлов,—изменения нервного волокна под влиянием сильных раздражителей и различает при этом несколько фаз. И вот оказывается, что эти своеобразные фазы целиком воспроизводятся и на нервных клетках“.

Работами как самого автора теории парабิโอза Н. Е. Введенского, так и его учеников, ближайших сотрудников и последователей: А. А. Ухтомского, И. А. Ветюкова, Л. Л. Васильева, Д. С. Воронцова, М. И. Виноградова, И. С. Беритова, Н. П. Резвякова, Н. Н. Малышева, Н. В. Голикова, П. О. Макарова, Н. Я. Пэрна, В. С. Русинова, В. К. Денемарка, Ю. М. Уфлянда, Е. Н. Гулиновой, И. А. Аршавского, Г. Левичева, Е. К. Жукова (1930—1952), Н. А. Магницкого и Д. Н. Насонова и их учеников Э. А. Асратяна, А. С. Дмитриева, М. Г. Дурмишьяна и мн. др. доказано путем экспериментальной проверки характера действия различных физических и химических агентов, а так же нервных импульсов, которые вызывали при своем приложении к возбудимым образованиям своеобразные изменения, последовательно проходящие в своем развитии стадии парабิโอза: трансформирующую, парадоксальную и тормозящую.

Очень важное открытие в феноменологии парабิโอза было сделано Н. Н. Малышевым и М. И. Виноградовым. Н. Н. Малышев (1906) установил цикличность и повторяемость парабิโอза. М. И. Виноградов (1914) показал расторможение парабิโอза анодом постоянного тока. Эти и другие данные, относящиеся к изменениям, возникающим под влиянием различных факторов и условиях в нерве, мышце и в нервных центрах, что эти изменения имеют парабийотическую природу, получили свои подтверждения уже после смерти Н. Е. Введенского, сначала в опытах Д. С. Воронцова (1924—1927), Л. Л. Васильева (1924—1937), П. О. Макарова (1926, 1932, 1947), Ф. П. Петрова и Д. А. Лапицкого (1929, 1934, 1947, 1948, 1957), Н. Н. Малышева (1930), В. С. Русинова (1930, 1936, 1939, 1951, 1957), Г. П. Конради (1930), М. В. Кирзона (1934, 1952, 1957), Л. В. Лотманизовой (1934, 1949), Д. Г. Квасова (1941—1957) и мн. др. Позднее было показано, что процессы поврежденных участков нерва (Н. П. Резвякова и М. П. Березина) и мышцы (Б. Хаметов) протекают парабийотически, и что парабийотическое торможение легко снижается анодом как в наших опытах* и такими веществами как стрихнин и адреналин (Березина и Гусева).

В этот период Н. В. Голиков и В. Д. Меркулов в лаборатории А. А. Ухтомского показали двуфазные изменения хронаксии при парабийозе, вначале кратковременное ее укорочение, а затем продолжительное удлинение ее (1932—1934); тоже самое наблюдал в своих опытах М. Ф. Стома (1957). Таким образом, экспериментально подтверждена точка зрения великого физиолога Н. Е. Введенского о том, что различные физико-химические раздражители в первый момент их приложения к нервному проводнику вызывают кратковременное повышение лабильности нерва и только после этого продолжительное ее

* Хаметов Б. Труды Томского госуд. университета, том 143, 1956.

снижение, а затем доводят до полного исчезновения проводимости и возбудимости нервного проводника. В лаборатории А. А. Ухтомского были проведены эксперименты, раскрывающие существенные, но еще не затронутые исследователями стороны развития парабиоза, в частности, энергетического процесса, происходящего в нерве при парабиозе.

Очень важные факты были получены в экспериментах В. С. Русина. Он на нерве с альтерированным участком наблюдал, как волна возбуждения, пробегающая по проводнику, вступая в участок малой лабильности, проводит его быстрее, чем такой же по длине участок нормального нерва. Это наводит на мысль, что волна возбуждения в момент своего вступления в парабиотический участок обладает способностью поднять лабильность этого участка. На основании результатов своих опытов с применением анода постоянного тока В. С. Русин пришел к заключению, что „анод, приложенный к голове парабиотического участка может не только способствовать проникновению волны в участок, но и раскрыть вполне весь дальнейший путь по проводнику, растормозив участок“.

Отсюда следует, что входящая в участок парабиоза волна отнюдь не сразу действует на дальнейшее снижение его лабильности, сначала повышает его лабильность, а затем понижает ее. В участке во время развития парабиоза в головной его части создается, видимо, на время какое-то состояние, проходящие волны в это время поднимают лабильность участка, тогда как другие волны, приходящие после того, как это состояние прошло, напротив, снижают лабильность участка. Поскольку представляется нам возможность провести некоторую аналогию между участком нервного проводника со стационарным (местным) возбуждением и нервным центром также со стационарным возбуждением, переводящим его вскоре в полный доминантный очаг, то можно полагать, что этот очаг скрывает в себе способность воспринимать приходящие волны и воспроизвести в порядке усвоения их ритм, но затем те же волны будут снижать лабильность этого центра и углублять в нем парабиотическое состояние.

И. О. Романенко (1930), применяя метод прижизненного окрашивания нейтральротом, чтобы выяснить изменения химизма парабиотического участка и прилегающих к нему зон, установила, что при тепловом и холодовом парабиозе обнаруживается сдвиг в кислую сторону, тогда как парабиотические области характеризуются тем, что сдвиг идет в основную сторону. Чем больше парабиотический сдвиг в кислую сторону, тем сильнее сдвиг в основную сторону парабиотического участка. Изменения окраски в области поперечных срезов нерва подобны изменениям окраски в области парабиоза. Это дает экспериментальное подтверждение мысли А. А. Ухтомского, что следует сблизить процесс парабиоза нерва и процессы возбуждения у поперечных срезов нерва.

В том и другом случае процесс возбуждения не ограничивается областью приложения того или иного раздражителя на нерв, но сопряжен с далекими влияниями, распространившимися вдоль по нерву. „Там устанавливаются как бы стоячие волны со сдвигами преимущественно в основную сторону. Очаг стационарного возбуждения связан со стационарными влияниями, распространенными по нервному проводнику. Это прямо напоминает нам о периелектротонических влия-

ниях",—говорил А. А. Ухтомский. А. А. Ухтомский, анализируя результаты опытов В. С. Русинова и О. И. Романенко, писал: „В парабиозе мы имеем перед собой активный процесс, состояния возбуждения в нерве. Если парабиотическое возбуждение отличается от нормального возбуждения, то не родовым образом, а скорее лишь сопутствующими признаками. При нормальном летучем возбуждении мы имеем чрезвычайно быстрое наступление компенсационной реакции в ткани, которая тотчас замечает следы от пронесшего возбуждения. При стационарном парабиотическом возбуждении замедляется или временно почти прекращается именно компенсационная реакция“.

Что касается явления растормаживания парабиоза анодом, то это становится понятным, поскольку анод поднимает так же как адреналин и стрихнин лабильность ткани, а тем самым анод может вернуть парабиотический участок к более ранним стадиям, когда лабильность его была более высока.

В своих работах Н. Е. Введенский рассматривал парабиоз, как говорилось об этом выше, как универсальную реакцию возбудимой ткани на физико-химические раздражители, и считал, что парабиоз мышечной ткани может быть представлен в виде идеомускулярного сокращения мышцы. В той же работе „Возбуждение, торможение и наркоз“ указывает на то, что тепловое ооченение и холодовая конт-рактура—это примеры парабиоза мышцы.

А. А. Ухтомский с целью воспроизведения контрактуры произвел опыт, в котором утомленную мышцу подверг сильному охлаждению, что способствовало возникновению стойкого и продолжительного сокращения. При этом возбудимость мышцы резко падала и даже исчезала.

Значительно позднее были выполнены экспериментальные работы на сердечной мышце, где особенно удобно изучить местное, застойное возбуждение. В. И. Башмаков применял механическое раздражение сердечного мостика и описал трансформацию ритма раздражений и развитие парабиотического блока. Г. А. Павлова получила тождественные явления при действии на мышцу электрического тока (постоянного и индукционного) и ионов хлористого калия и кальция. Развитие парабиоза мышцы (кураризованной и некураризованной) при продолжительном влиянии на неё катода поляризующего тока было установлено Н. Пэрна.

Аналогичное явление наблюдалось нами под катодом прерывистого постоянного тока, а при более продолжительном применении последнего и под анодом, при котором отчетливо выступают стадии парадоксальная и тормозящая (1934, 1953). В. С. Русинов наблюдал на мышце развитие контрактуры под анодом, применяемым в течение продолжительного времени (1936). При местном сдавливании мышцы Я. Д. Финкенштейн отчетливо наблюдал развитие парадоксальной стадии парабиоза (1947), что было два года спустя подтверждено Д. Г. Квасовым.

Б. П. Ушаков на основании результатов своих опытов приходит к заключению, что в альтерированном физико-химическими агентами участке мышцы развивается парабиоз (1951, 1952, 1954).

Путем проведения волн возбуждения через парабиотический участок мышцы ему удалось обнаружить парадоксальную стадию. Последняя была установлена при обработке участка мышцы как

винным спиртом и хлоралгидратом, так и хлористым калием и кальцием. В этих опытах было показано, что бегущие через парабьотический участок волны возбуждения суммируются с местным стационарным возбуждением, что ведет к усилению контрактуры, которая возникла в пункте приложения к мышце химических веществ.

В наших опытах, где катод и анод, приложенные на отдаленные друг от друга участки мышцы, могли оказывать влияние в течение продолжительного времени на свои участки, контрактура являлась нередкостным и не случайным явлением. Она в начале выступала под катодом, затем в поздней стадии раздражения обнаруживалась и под анодом. Особенно нужно подчеркнуть, что она быстрее развивалась под действием катода вообще и в частности на локально обработанном хлористым калием участке.

Катодическая или калийная контрактура снималась не редко анодом; анодическая контрактура — катодом.

Такая форма реакции участков мышцы под катодом и анодом, хотя и встречается все чаще, но она не является единственной формой; контрактура не относится к постоянной характеристике участков.

Разнообразие реакции участков мышцы под катодом и анодом определяется, с одной стороны, глубиной тех изменений, которые развиваются в участке под действием катода или хлористого калия, и тем, как далеко эти изменения распространяются, с другой стороны, какие препятствия они встречают со стороны тех изменений, которые возникают в другом участке под влиянием других факторов, в частности, анода или хлористого кальция.

Поэтому на ряду с катодической или калийной контрактурой иногда мы имеем ее в области анода или при приложении к анодическому участку хлористого кальция. Следовательно, в условиях наших экспериментов в одной области она встречается чаще, а в другой реже. После перемены направления тока анод, приходя на место бывшего катода, снимает контрактуру, а катод снимает анодическую контрактуру не всегда. Но катод с бывшего анодического участка после перемены направления тока вызывает контрактуру чаще, чем анод с катодического участка.

Все это зависит от характера изменений, которые происходят в участке под влиянием агентов, непосредственно действующих на него, и приходящих сюда влияний с другого участка, т. е. развитие контрактуры обуславливается состоянием участка мышцы, устанавливаемое взаимодействием этих явлений (1934, 1938).

Поскольку опытами Л. Л. Васильева, В. С. Русинова, Ушакова и нашими показано, что контрактура имеет парабьотическую природу, что она связана с понижением лабильности возбудимой ткани, поскольку выяснено специфическое действие анода постоянного тока, заключающееся в том, что он восстанавливает лабильность участка возбудимой ткани, пониженную в результате альтерации его физико-химическими агентами, растормаживает парабьоз, возникший в результате продолжительного действия этих агентов, поскольку не вполне выяснены причины, обуславливающие контрактуру в целостном организме, в особенности не найден подход и не разработан метод ее устранения, а все эти вопросы представляют большой интерес для физиологов и клиницистов, то считаем необходимым заниматься этой проблемой специально, что станет ближайшей нашей задачей.

Отметим также, что в наших опытах стадия торможения, которая развивается на участке мышцы под катодом, применяемом в течение продолжительного времени, снимается анодом либо моментально и начинает вызывать его сокращение в ритме раздражения, либо он не вызывает особых и видимых изменений, за исключением прекращения сокращений мышцы, если до этого они регистрировались с этого участка. Анодические изменения, происходящие при продолжительном раздражении мышцы, устраняются катодом то быстро и сразу, то постепенно и медленно в зависимости от характера и глубины этих изменений. Сократительная способность анодического участка восстанавливается катодом почти всегда сразу и лучше, чем анодом с бывшего катодического участка, сократительная способность которого не всегда восстанавливается анодом, что зависит, очевидно, от характера развиваемых изменений в участке.

Отчетливо выступают фазы парабиоза, в особенности фаза торможения, в опытах которых кролики и собаки имели кожно-мышечные экспериментальные раны. Тоже самое наблюдал в своих опытах М. Ф. Стома (1957). Регенерационный процесс в этих опытах в результате развития торможения замедлялся. Но это легко устранялось путем приложения к поврежденному участку анода порывистого постоянного тока. У животных мышцы в районе и очаге повреждения реагировали в начале опыта на действие анода сокращением (ультропарадоксальная фаза), а затем, по мере заживления раны, начинают раздражаться и сокращаться при приложении катода, подобно тому, как это происходило на изолированной мышце в анодическом участке после продолжительного действия прерывистого постоянного тока, а также после обработки мышцы растворами хлористого кальция и калия.

Устанавливаются таким образом некоторая аналогия между изменением состояния изолированной мышцы, вызываемым продолжительным раздражением, и изменениями состояния мышцы, происходящими в пораженном очаге при экспериментальной ране. На изолированной мышце мы видели переход от нормы к извращенным явлениям. Это извращение вызывалось продолжительным действием раздражителей: полюсов электрического тока и растворов хлористого калия и кальция. В начале опыта на катоде имеет место повышение возбудимости, затем ее понижение, на аноде сначала возникает понижение, а затем повышение возбудимости. В пораженном очаге путем применения незначительной и неизменной силы электрического тока при соответствующем расположении его электродов (активный анод на поврежденном очаге, диффузный катод—на здоровом месте) наблюдается обратный переход от раннее вызванного ранением ненормального состояния, следовательно, от извращенных явлений мы приходим к норме (1953, 1956). Сходные результаты получены в опытах Е. А. Соколовой (1957).

В 1954 году И. М. Кондрашева из лаборатории проф. Аршавского И. А. опубликовала опыты на кошках, где перфузия мышц кошки различными растворами обнаружила все стадии парабиоза.

Так же установлено, что переживающая ткань (поврежденная или денервированная мышца) претерпевает изменения (двуфазные), т.е. в ней развивается типичный парабиоз, со всеми характерными для него стадиями. Периферический поврежденный очаг может служить

поводом для изменения состояния центральной нервной системы. Действительно, под влиянием длительного и непрерывного раздражения импульсами из периферического очага повреждения в центральной нервной системе возникают очаги парабактериального торможения, которое устраняется анодом постоянного тока (Хаметов Б., М. Ф. Стома, А. В. Жирмунский, Е. А. Соколова).

На основании результатов опытов, проведенных на мышце с целью выяснения тех изменений, которые приводят ее в парабактериоз, нужно заключить, что при внешнем однообразии протекания реакции, которые вызываются действием различных физико-химических агентов, каждый агент обладает своими специфическими способностями. Каждый агент может вызвать ряд изменений, хотя разного характера и привести, в конечном счете, к развитию более глубокого состояния парабактериоза, со всеми характерными для него стадиями. Следовательно, учение о парабактериозе, как о местном, стойком и неколеблющемся возбуждении, применимо и для мышечной ткани; функциональная подвижность, установленная для нервного проводника, для синаптических образований и нервных центров, как параметр, имеет силу и для мышечной ткани; разнообразные реакции, выступающие под влиянием физико-химических агентов, могут быть объяснены лишь только сдвигом лабильности, которая по ходу раздражения так же, как и реакция мышцы, может изменяться в разную сторону;—снижаться, тогда обнаруживаются все стадии и особенно хорошо стадия торможения парабактериоза, развиваемого в мышечном участке, подвергнутом непосредственно раздражению (в наших опытах ограниченный участок мышцы альтерировался продолжительным действием катода прерывистого постоянного тока или локальным приложением на участок расторов хлористого калия или кальция).

В результате этого мышца в участке постепенно расслабляется, и больше она на раздражение не реагирует (сокращением на раздражение не отвечает). При повышении лабильности происходит усвоение ритма, мышца начинает сокращаться в ритме, навязываемом раздражением, поэтому она может оставаться в течение некоторого времени в состоянии сокращения. После включения раздражения она еще продолжает оставаться в том же состоянии, что объясняется теми следовыми изменениями, которые возникли перед этим и продолжают оставаться в течение некоторого времени. Сократительный эффект (контрактура) постепенно проходит в связи с сглаживанием следовых явлений.

В учении о функциональной подвижности Н. Е. Введенского мы имеем проявление историзма в физиологии,—судьба того или иного импульса зависит от состояния возбудимости ткани, та или иная реакция последней есть результат взаимодействия раздражителя с теми событиями в ткани, которые происходят в микроинтервалах времени (П. О. Макаров). Каждое раздражение (импульс) оставляет после себя интервал невозбудимости и фазу экзальтации. Если раздражение следует с большой частотой так, что каждое последующее раздражение попадает в интервал невозбудимости от предыдущего раздражения, то эффект от раздражения ослабляется или исчезает совсем; если раздражение попадает в экзальтационную фазу, то подкрепляется эффект предыдущего раздражения, значение раздражения усиливается, реакция возбудимой ткани повышается.

С точки зрения изучения изменений, производимых в возбудимом субстрате физико-химическими агентами, представляют особый интерес вещества, извлекаемые из корней, клубней, молодых побегов, листьев, ягод и плодов некоторых растений, мало известных работникам практики сельского хозяйства и медицины, в частности агрономам, врачам-клиницистам и ветеринарам, но нашедшим широкое распространение в народной практике как растения имеющие то или иное значение в народном хозяйстве. Экстракт клубней одних растений, как, например, цикламина, успешно применяется в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур. Экстракт и плоды других растений, как, например, обычная (лесная и садовая) черноплодная (выращиваемая в питомниках) рябина, обладающая некоторым гипотензивным свойством, входит уже в медицинскую практику, как средство против гипертонии.

Вещества (экстракты), извлекаемые из клубней, корней, ягод и плодов растений, по своим свойствам могут быть отнесены к группе физико-химических агентов, уже известных физиологам по характеру своего действия на возбудимость живой ткани.

Частично проводимые данные о работе с цикламином, проведенной еще в 1938 г. в физиологической лаборатории Куйбышевского госпединститута в соавторстве с С. С. Семенкиной, а также в работе с соком черноплодной рябины и облепихи, проводимой в 1957 и 1958 г. в соавторстве со ст. преподавателем К. И. Королевой и лаборантами кафедры и студентами естественно-географического факультета, показывают, что эти вещества вызывают функциональные изменения в нерве и в мышце, а также в работе сердца.

Цикламин вызывает в нерве и мышце изменения, совпадающие с характерными стадиями паралича. На деятельность изолированного сердца он действует ослабляющим, подавляющим образом, на время вызывает его торможение. Однако, цикламин некоторыми своими свойствами отличается от других агентов, вызывающих паралич. Сок черноплодной рябины, введенный в яремную вену теплокровных животных, вызывает понижение кровяного давления не затрагивая ритма и амплитуды сердечных сокращений.

Действие его, а также облепихи вызывает понижение возбудимости нерва и мышцы. Сок черноплодной рябины скорее действует на нерв, чем на мышцу. Поэтому прямая возбудимость нервно-мышечного аппарата сохраняется еще долгое время после того, как исчезает его непрямая возбудимость.

Более подробное изучение их пролило бы некоторый свет на механизм действия экстрактов растительного происхождения; оно помогло бы установить связь между характером действия этих веществ и функциональными колебаниями тканей и органов, хотя уже и вырисовывается более или менее ясная картина о механизме действия цикламина на основные свойства нерва и мышцы. Изменение последних, как показывают опыты, необходимо ставить в зависимость от степени набухания ткани. Изменение ритма и амплитуды сердечных сокращений стоят в тесной связи с понижением функций синусного узла и проводящей системы сердца и только в последнюю очередь можно отнести в счет ослабления сократительной способности мышцы.

Выяснен также вопрос относительно дозировки цикламина. Действию которого подвергается ткань или орган, а также разница в

чувствительности органов и ткани разных животных к цикламину. Одно и то же вещество, вызывающее возбуждение в одной системе, может вызвать угнетение в другой системе. Это более отчетливо выступает на таком органе, который состоит не из одной системы, а из нескольких, является гетерогенной системой (например, сердце). В этом, несомненно, играет большую роль еще уровень функционального отношения самих систем или тканей, которые подвергаются действию цикламина. Таким образом, переход возбуждения в торможение и, наоборот, торможения в возбуждение является функцией лабильности, реагирующей на раздражение органа или ткани. Отсюда, возбуждение в ответ на раздражение следует только до тех пор, пока раздражение по своей силе и частоте (ритму) не выходит за пределы функциональной подвижности раздражаемого органа, и только после перехода этой грани возбуждение уступает свое место торможению*. Что касается того, что слабая концентрация растворов, стимулируя живую ткань или орган, вызывает возбуждение и активизирует их деятельность, а их сильная концентрация, подавляя функцию возбудимой ткани и деятельность органа, вызывает в них торможение; перед нами выступает аналогия действия слабого и сильного раздражения, очевидно, эти явления одного порядка. Выводя характер реакции тканей и органов из этой зависимости, нужно ставить его в одну общую связь с их лабильностью, уровень которой либо поддерживается, либо подвергается изменению, тогда характер ответной реакции тканей и органов нужно объяснять, с одной стороны, количеством содержащегося в растворе действующего начала, а, с другой стороны, уровнем лабильности реагирующей ткани на раздражение, изменением этой лабильности в ходе раздражения и реагирования тканей. Поэтому возбуждение и торможение рассматриваются как явления, представляющие разные стороны одного и того же физико-химического состояния протоплазмы и полупроницаемой оболочки живых клеток, разнящиеся только количественно и переходящие одно в другое и в известной мере обратимые.**

В заключение отметим, что в действии цикламина легко обнаруживается свойство агентов первой группы (действием которых вызывается легкоустраняемый парабиоз) и второй группы (действием которых вызывается неустраняемый парабиоз, ткань из состояния возбуждения переходит в смерть); все дело зависит от концентрации раствора, применяемого цикламина, от продолжительности его действия и от состояния ткани, во время которого принимается этот раствор. Важным свойством цикламина является то, что применение его при ослаблении функционального состояния ткани вызывает восстановление не только раздражимости, проводимости ткани, приводящих в норму, но и повышает резистентность и удлиняет ее работоспособность. В этом отношении цикламин должен занимать особое место среди агентов, вызывающих парабиоз.

* Н. Е. Введенский „О соотношениях между раздражением и возбуждением при тетанусе“ (С. П. В. 1886 г.). Н. Е. Введенский „Возбуждение, торможение и наркоз“, 1901.

** Д. С. Воронцов „К вопросу о тормозящем влиянии блуждающего нерва на сердце“. Труды физиолог. лаб. С. П. Б. университета, т. VI-VIII, 1911—1913 г.

А. С. КРЮКОВ,

ст. преподаватель кафедры географии, кандидат наук

ОВРАЖНАЯ ЭРОЗИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БИЕ-ЧУМЫШСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В настоящее время в геоморфологической и сельскохозяйственной литературе все больше начинает господствовать мнение о том, что овражные формы рельефа, столь широко распространенные в степной и лесостепной зонах Европейской части союза, являются образованиями современными, возникшими как результат нерационального землепользования. В противоположность этому балки, суходолы, речные долины рассматриваются как образования древние, возникшие при иных, не свойственных современной эпохе физико-географических условий. Изложенная точка зрения была выдвинута и разработана в свете организации противоэрозионных мероприятий А. С. Козменко. Этот подход к генезису овражных форм рельефа имеет большое практическое значение, так как представляет собой обоснование агролесомелиоративных способов борьбы с оврагами. Между тем, еще не редко к оврагам подходят, как к результату современных физико-географических условий, что затрудняет выработку эффективных противоэрозионных мероприятий, вносит путаницу в классификацию эрозионных образований.

Основные доказательства того, что при современных физико-географических условиях в лесостепной и степной зонах овражная эрозия не является необходимым природным процессом, заключается в установлении роли степной и древесно-кустарниковой растительности в распределении и перераспределении стока. В работах С. И. Сильверстова (9), А. С. Козменко (4, 5), Д. А. Арманда (2, 3) и др. показано, что целинная степная растительность, образуя плотную дернину на склонах, способствует рассеиванию стока талых и дождевых вод, надежно предохраняет почву от размыва. Древесно-кустарниковая растительность так же укрепляет своей корневой системой склоны, а продукты растительного опада под пологом леса еще более способствуют рассеиванию стока и фильтрации. В литературе имеются многочисленные примеры, подтверждающие это положение.

Их можно дополнить. Так, например, при обследовании облесенных балок в каменной степи (угодья института земледелия центрально-черноземной полосы им. В. В. Докучаева) в 1951 году, нам не удалось нигде наблюдать следов свежего современного размыва.

Интересно отметить, что даже в более южных степных районах естественная травянистая и древесно-кустарниковая растительность препятствует развитию современной овражной эрозии. Так, по нашим наблюдениям, в облесенных балках южной части Приволжской возвышенности (в районе города Сталинграда) овражная эрозия на склонах отсутствует. В балках Чапурниковской, Пахотиной и Григоровой современный размыв можно наблюдать только там, где естественные байрачные дубравы сведены человеком.

Таким образом, в современных физико-географических условиях мы имеем дело, с одной стороны, с зафиксированными степной и древесно-кустарниковой растительностью древними эрозионными образованиями и с другой — с молодыми овражными формами. Эти молодые эрозионные формы, как показал А. С. Козменко (4, 5), повсеместно следует древней гидрографической сети; появились они в результате нарушения человеком естественной степной и древесно-кустарниковой растительности.

Изучение эрозионных форм рельефа, к сожалению, в настоящее время проводится преимущественно в Европейской части Советского Союза, явившейся наиболее древней на территории нашей страны ареной земледельческой культуры. Поэтому естественно, что, на подвергавшейся столь длительному воздействию со стороны человека территории, древние эрозионные образования утратили свои морфологические черты, которые лишь в отдельных, чрезвычайно редких случаях, фиксируются растительностью. Не случайны поэтому и трудности, которые встречаются здесь при разграничении древних эрозионных образований и современных форм. Так, например, на южной части Приволжской возвышенности, в тех балках, которые не имеют байрачных дубрав, современная эрозия почти не оставила следов от форм, созданных древней эрозией. При обследовании эрозионных форм здесь очень трудно выделить такие формы, которые имели бы морфологические признаки, соответствующие классификационным признакам, указанным для форм, создаваемых нормальной естественной эрозией (2). Почти повсеместно балки представляют собой корытообразные долины с плоским дном и крутыми стенками (балки Орловая, Купоросная, долины Царицы, Мокрой Мечетке и т. д.). В этих балках и долинах донный овраг полностью освоил главный ствол, уничтожив древние выположенные склоны.

Совершенно иную картину мы встретили на территории Бие-Чумышской возвышенности в Алтайском крае. Можно прямо сказать, что вряд ли еще где-нибудь в Советском Союзе древние эрозионные формы сохранились так же хорошо, как здесь.

Тем не менее, изучая физико-географические предпосылки современной эрозии Бие-Чумышской возвышенности, невольно приходишь к выводу, что здесь имеют место почти такие же факторы, какие характерны для Средне-Русской и отчасти Приволжской возвышенностей.

Бие-Чумышская возвышенность располагается в междуречьи реки Оби и ее притока реки Чумыш. Она довольно отчетливо выраже-

на в рельефе: широкая долина реки Чумыш отделяет ее от Салаирского края на севере и северо-востоке; на западе и юге она полого падает к обширной долине реки Оби, отделяющей ее от Приобского плато; только на крайнем востоке возвышенность переходит в предгорья Алтайской горной системы, в месте ее стыка с Салаирским краем.

Линия водораздела возвышенности несколько смещена к северо-востоку, т. е. к долине р. Чумыш. К водоразделу приурочена ее наиболее возвышенная часть, где отдельные точки достигают 330, 412 м абс. высоты. Рельеф возвышенности представляет собой контраст с примыкающими к ней на западе и юго-западе плоско-равнинными районами Западно-Сибирской низменности. Центральная (водораздельная) часть возвышенности и ее северо-восточный склон отличаются сильно холмистым рельефом. Его основной фон создают долины речек (имеющих обычно довольно постоянное направление с юго-запада на северо-восток к р. Чумыш или с северо-востока на юго-запад к долине р. Обь) и впадающие в них крупные лощины, которые местные жители называют логами.

Эти эрозионные образования довольно хорошо освоили свою территорию, и водоразделы между ними имеют незначительные размеры (ширина вершин водоразделов, по нашим наблюдениям, колеблется от нескольких десятков метров до 2 км), они характеризуются округлыми вершинами и представляют собой или изолированные холмы, или линейно вытянутые (на несколько десятков километров) увалы. Особняком стоят отдельные холмы-сопки, доминирующие над окружающей местностью. Именно к этим сопкам приурочены как большие высоты, например, Яминская сопка—412 м, Марушинская сопка—405 м. На вершинах и склонах сопок выходят на дневную поверхность кристаллические породы (кристаллические сланцы, кварциты и другие породы кембрия и силура).

Отмеченное обстоятельство позволяет сделать заключение о том, что мы имеем дело с тектонически обусловленной возвышенностью. Разница высот между вершинами водоразделов и долиной р. Чумыш, являющейся базисом эрозии, составляет в среднем 120 м. Глубина же долин речек по отношению к водоразделам повсеместно исчисляется в 30—40 м, только сопки возвышаются над днищами долин до 100 м относительной высоты.

В сторону р. Оби возвышенность понижается постепенно. Сильно холмистые пространства центральной (водораздельной) части, по мере приближения к реке, сменяются выравненной поверхностью древних террас Оби. Верхняя терраса, так же как и центральная часть возвышенности, сложена лёссом и лёссовидными суглинками. Эта терраса между селами Новиково и Фоминское крутым уступом падает к следующей боровой террасе. На остальной территории ее уступ в рельефе или выражен слабо или совсем не заметен. Боровая терраса, сложенная серыми песками, весьма широка, ее название соответствует тому, что эта терраса покрыта сосновым бором.

Верхняя терраса расчленена широкими долинами речек, притоков р. Оби, имеющих глубину вреза до 40 м. Склоны этих долин выположены, и длинны и в свою очередь террасированы. К основным долинам приурочена разветвленная сеть лощин, осваивающая, впрочем, водоразделы в менее значительной степени, чем в центральной

части возвышенности. Водоразделы здесь более обширны и имеют плоские вершины с хорошо выраженными суффозионными блюдцами. Боровая терраса характеризуется донным рельефом.

Изложенное свидетельствует о самых благоприятных условиях для развития современной эрозии, которые создаются рельефом Бие-Чумышской возвышенности. Склоны древней гидрографической сети, уступы террас, большая величина местных базисов эрозии являются существенными предпосылками современной овражной эрозии.

Кроме того, Бие-Чумышская возвышенность сложена в значительной степени лёссом и лёссовидным суглинком, которые, как известно, меньше других пород противостоят овражной эрозии.

В среднем за год в пределах Бие-Чумышской возвышенности выпадает 400—500 мм осадков. Нередко дожди носят ливневый характер. Весеннее снеготаяние иногда протекает весьма интенсивно, и главная масса талых вод стекает в течение 4—5 дней. Все это также благоприятствует развитию овражной эрозии.

Казалось бы на Бие-Чумышской возвышенности имеются все условия для широкого распространения совершенного размыва. Между тем, наблюдения показывают, что современные эрозионные образования можно встретить лишь на отдельных участках.

Длинные и широкие лощины и балки относятся к числу древних эрозионных образований. Об этом свидетельствуют их морфологические признаки: длинные выположенные склоны с отчетливо выраженной асимметрией, склоны, ориентированные к югу, круче склонов северной экспозиции. В этих балках (в районе сел Чемровка и Марушки) можно встретить остатки довольно старых лесных насаждений. Обращает на себя внимание то, что во многих балках и лощинах отсутствуют следы донного размыва.

В географическом распределении современных эрозионных образований можно заметить определенную закономерность. Как правило, донные и боковые овраги появляются только вблизи населенных пунктов.

Донные овраги обычно выражены слабо, глубина вреза в среднем не превышает 1—2 метров. Появляются они около населенных пунктов, затем исчезают. По мере удаления от населенного пункта глубина донного оврага уменьшается и днище балки постепенно выравнивается. Это явление характерно, как для верхних, так и для нижних звеньев гидрографической сети. Особенно отчетливо выражена указанная закономерность в Сухом Логу, который тянется параллельно реке Бии в 1, 5—2-х км к северу от г. Бийска.

Боковые овраги в логах и долинах рек, а так же притеррасные на уступах террас, приурочены в своем распространении к населенным пунктам и их окрестностям. Очень часто можно выяснить и причины образования многих из них. Так, большой боковой овраг (глубина вреза 25—30 м, протяженность 1,5 км) на северо-восточной окраине села Сухая Чемровка, возник на месте дороги, которая спускалась по склону долины р. Сухая Чемровка. Овраг продолжает расти, причем его вершина упирается в заросшие бурьяном колеи давно не езженной дороги. В районе села Сухая Чемровка склоны долины одноименной речки рассечены еще несколькими оврагами. В 2—3 километрах ниже по течению боковые овраги исчезают, лишь изредка попадаются неглубокие свежие промоины, часть из них за-

дернована и, повидимому, имеет тенденцию к дальнейшему превращению в ложбины.

Весьма хорошо можно наблюдать указанную закономерность, двигаясь вдоль уступа верхней террасы от с. Новиково к Бийску. Уступ террасы в районе села Новиково буквально изъеден глубокими оврагами. По мере удаления от названного села оврагов становится меньше, наконец, они почти совсем исчезают. Уступ террасы тянется сплошной стеной, высотой в 35—40 м. Дорога идет по боровой террасе вдоль этого уступа. Наконец, уступ террасы снова начинают прорезать глубокие овраги, и через несколько километров появляются первые строения села Большеуугренево. В районе этого села притеррасные овраги встречаются через каждые 150—300 м. Затем их количество снова уменьшается до одного на 1—2 км. В районе села Енисейского картина повторяется. Далее вниз по течению Бии уступ террасы выравнивается, и овраги появляются снова в 20 км от города Бийска. Сначала на 1 км уступа приходится 1—2 оврага, затем их количество увеличивается до 3—4.

Притеррасные овраги имеют значительную глубину (до 40—45 м) крутые иссыпающиеся стенки и V образный профиль. Длина оврагов незначительна и колеблется в пределах 300—800 м. Вершины оврагов очень часто обнаруживают связь с искусственными нарушениями микрорельефа поверхности террасы, приводящими к перераспределению и концентрации стока: они следуют направлению дороги, которая раньше проходила ближе к уступу террасы, а теперь отнесена дальше. В связи с тем, что дорога имеет направление параллельное уступу, очертания оврагов в плане характеризуются Г— или Т—образной формой. Указанные овраги представляют серьезную угрозу Солтонскому тракту.

Интересно отметить, что на протяжении уступа террасы от села Новиково до города Бийска, древние эрозионные формы выражены крайне слабо. Уступ террасы нарушается несколькими долинами небольших речек, крупнейшей из которых является р. Бехтемир. Долины весьма хорошо разработаны, имеют ассиметричные, в соответствии с экспозицией, склоны. На этих склонах можно насчитать от 2 до 3-х надпойменных террас. Большие размеры долин не соответствуют ничтожным водотокам текущих по ним речек. Балки, лощины, суходолы являются большой редкостью. Например, на пространстве между селом Енисейским и городом Бийском можно встретить только одну балку, прорезающую уступ террасы около названного села.

Рассмотренные выше особенности географического распределения современных овражных форм, заставляя сделать вывод о том, что причины современной овражной эрозии следует искать не в физико-географических условиях, создающих необходимые предпосылки эрозии, а в хозяйственном освоении территории.

Бие-Чумышская возвышенность начала осваиваться в сельскохозяйственном отношении значительно позже Центрально-Черноземных районов Европейской части Союза, отличающихся разветвленной и густой сетью оврагов. Интенсивная колонизация Центрально-Черноземных районов началась в конце XVI начале XVII веков. В Курской губернии во второй половине XVIII века было 2525 населенных пунктов (8). В это время из всего пространства губернии в 4222 тыс. дес. на пашню приходилось 2080 тыс. дес. (т. е. 49% всей террито-

рии). Таким образом, на пашню приходилась половина земель, и на нераспаханные еще угодья (луга, леса, выгон)—другая половина. Дальнейшая распашка, по заключению К. Арсеньева, не могла происходить иначе, как с ущербом для других угодьев. (8, стр. 234). В XIX веке уже было распахано все, что только можно было распахать. Овражная эрозия получила свое максимальное развитие (там же).

Первые русские населения на Бие-Чумышской возвышенности возникли в первой половине XVIII века, но начало интенсивной колонизации Алтая, и в том числе описываемого района, относится к 60-м годам прошлого века. Основная масса переселенцев хлынула в 1865 году (1). В 1882 году в Бийском округе, по данным П. Голубева, (там же, стр. 27) на 410 сел приходилось 3528137 десятин земли, а на одного работника в среднем 44,5 дес. удобной земли. Под пашней в том же округе (большая часть, которого располагалась на территории Бие-Чумышской возвышенности) находилось 256984 десятины. К 1889 году пашня возросла до 3456330 десятин (там же), т. е. составляла 10 процентов от всей территории округа.

Полностью все удобные земли на территории возвышенности были освоены только в недавнее время, когда по инициативе Коммунистической партии Советского Союза развернулась борьба за освоение целинных и залежных земель. Мы не располагаем точными данными о масштабах проделанной работы по всей территории возвышенности, однако эти масштабы можно увидеть на примере Яминского района, занимающего центральную часть описываемой территории. Земельные площади данного района определяются в 210968 га. В 1955 году здесь было освоено 48226 га целинных земель, что составляет около 23 процентов от всей площади района. Эти 23 процента до 1955 года представляли собой целинные участки, покрытые степной травянистой растительностью с плотной дерниной. В ряде мест (хотя и не повсеместно) под земледельческую культуру вовлечены склоны древней гидрографической сети.

Таким образом, слабое появление овражной эрозии на территории Бие-Чумышской возвышенности объясняется тем, что наиболее опасные в этом отношении участки были покрыты естественной травянистой растительностью, надежно предохраняющей почву от размыва. Многие балки и лощины, кроме того, были покрыты лесом, остатки которого сохранились до настоящего времени.

Приуроченность современных форм овражной эрозии к населенным пунктам и их окрестностям находится в связи с тем, что здесь земледельческая культура наиболее интенсивна и осуществляется более длительное время. Вблизи населенных пунктов под огороды используются почти все свободные от застройки земли. Огороды располагаются и на крутых склонах древней гидрографической сети. Естественное задернение на склонах давно нарушено и имеются все возможности для концентрации стока.

Значение Бие-Чумышской возвышенности в сельскохозяйственном отношении возрастает из года в год. При вовлечении в сельскохозяйственное использование склонов гидрографической сети есть все основания опасаться развития интенсивной овражной эрозии. Поэтому имеется настоятельная необходимость проведения ряда профилактических мер с целью предотвращения размыва.

В настоящей статье мы не ставим задачи изложения системы противоэрозионных мероприятий для Бие-Чумышской возвышенности, это большая самостоятельная тема. Основы такой системы изложены в работах А. С. Козменко (4, 5).

Однако укажем, что наиболее простым и доступным приемом, предохраняющим почву от размыва является пахота поперек склона. Кроме того, необходимо обваливание зяби и паров под зиму земляными валиками высотой 20—25 см, расположенными поперек склона. Помимо этого, целесообразно оставлять вдоль склонов полосы нераспаханных земель (буфера), шириной 2—3 м. Указанная профилактика совершенно необходима уже теперь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. „Алтай“ — „Историко-статистический сборник по вопросам экономического и гражданского развития Алтайского горного округа“, под ред. П. А. Голубева, Томск, 1890.
2. Арманд Д. Л. — „Естественный эрозионный процесс“. Известия Академии наук сер. геогр. 1955, № 6.
3. Арманд Д. Л. — „Антропогенные эрозионные процессы“. „Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней“. М. 1956.
4. Козменко А. С. — „Основы противоэрозионной мелиорации“. М. 1954.
5. Козменко А. С. — „Борьба с эрозией почв“. М. 1954.
6. Орловский Н. В. — „Освоение целинных и залежных земель в Алтайском крае“. М. 1955.
7. Покшишевский В. В. — „Заселение Сибири“ (историко-географический очерк). Иркутск, 1951.
8. Саушкин Ю. Г. — „Географические очерки“. М. 1947.
9. Сильверстов С. И. — „Эрозия и севообороты“. М. 1949.
10. Соболев С. С. и Садовников И. Ф. — „Распространение эрозии почв и предупреждение ее в районах освоения целинных и залежных земель“. „Почвоведение“. 1955, № 1.

В. М. КРИВОШЕЕВ,
ст. преподаватель кафедры географии, кандидат наук.

КАРСТОВЫЙ ПРОВАЛ

В деревне Полевая Волжского района Марийской АССР вечером 11 июля 1957 года произошел карстовый провал. Он имеет вид воронки диаметром в 60 м и глубиной в 9 метров. Вокруг воронки, на расстоянии около 90 метров от центра провала, концентрическими кругами расходятся многочисленные трещины. Трещины эти различных размеров, максимум до 23 см ширины и нескольких метров глубины. Угол наклона склонов воронки равен 20—27°.

Образовался провал быстро, за 20—25 минут, но и после этого в течение суток в домах, расположенных на краю провала, слышались поскрипывания досок пола, потолка и перегородок, повидимому колебание грунта продолжалось.

В первые сутки образования провала в нем воды не было, а ночью на 13-е июля появилась вода глубиной в 0,5 метра. За первую половину дня 13-го июля наши измерения показали прибывь воды в 3 мм. Вода в образовавшейся воронке двигалась по часовой стрелке, слегка пузырилась. Понору обнаружить не удалось, так как почти в самом центре провала находился сарай.

Провал образовался на месте двора, надворных построек, дома и части огорода колхозника Дмитриева Кузьмы Егоровича. А дома и постройки еще четырех колхозников, расположенные в обе стороны от провалившегося дома Дмитриева, накренились, потрескались, и появились образовались трещины грунта от провала. Дорога не была захвачена непосредственно провалом, ее пересекают лишь многочисленные трещины.

Деревня Полевая расположена на второй боровой террасе реки Илети левого притока Волги. Терраса эта сравнительно неширокая и постепенно переходит в третью волжскую террасу с ярко выраженным дюнным рельефом, покрытым густым сосновым лесом. Данная территория сложена верхне-пермскими известняками, а сверху прикрыта мощными четвертичными песками.

Описанный провал для этого края—явление не случайное и

новое. Территория Марийской республики входит в карстовый район Среднего Поволжья. В 200 метрах от образовавшейся ныне воронки в 1927 году произошло подобное же провальное явление, только оно захватило не постройки, а огороды, глубина образовавшегося тогда провала, по словам старожиллов, была 5 метров. На его месте сейчас находится заболоченный участок. Рядом с ним расположено давно образовавшееся и сравнительно небольшое, но глубокое озеро овальной формы тоже карстового генезиса. Типичное карстовое озеро образовалось в 1937 году в четырех километрах к северу от деревни Полевой, у села Ромашкино. А расположенные в этом же районе озера Кичиер, Кучуер, Яльчик, Глухое, Помарское и другие являются также карстовыми.

Факт свежего карстового провала говорит о том, что карст Марийской АССР не затух, а продолжает свое проявление и в настоящее время.

Н. И. ТАМБИЕВА,
ст. преподаватель кафедры географии

КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ БИЙСКО-ЧУМЫШСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ*

Бийско-Чумышская лесостепь занимает правобережье р. Оби, располагаясь между р. Обью на западе, Салаирским краем на востоке, р. Бердью на севере и широтным течением рек Оби и Бии на юге. Площадь ее свыше 43 кв. км. В административном отношении основная часть лесостепи лежит в пределах Алтайского края, северная ее окраина заходит в пределы Новосибирской области. Как самостоятельная ландшафтная единица Бийско-Чумышская лесостепь была выделена в 1931 году В. В. Ревердатто (33).

По характеру рельефа в пределах лесостепи можно выделить два участка: волнистое лёссовое плато и террасовый комплекс р. Оби и ее притоков. Лёссовое плато занимает большую часть описываемой площади. Средняя высота его 270—300 м, а максимальная превышает 600 м. (г. Кивда 617 м.). Поверхность плато имеет слабую покатость с юго-востока на запад и северо-запад к долине р. Оби. По выражению Н. Н. Соколова, характер рельефа плато является „образцом эрозионного ландшафта с резкой густой системой долин, балок и увалов преимущественно мягких очертаний“ (34, стр. 7). Лёссовое плато является водоразделом рек Бии и Чумыша и Берди. Значительная часть лесостепи занята террасами этих рек и их притоков, при этом наиболее ярко представлена боровая терраса. Разными авторами выделяется от 3 до 4 террас.

Основная часть лесостепи сложена мощной толщей рыхлых отложений, коренные породы древнего возраста (карбон. девон, кембрий) выходят на дневную поверхность только на периферии, в пограничных с горами районах, и кое-где по долинам рек. Мощность рыхлых отложений Обь-Чумышской впадины, занимающей почти всю лесостепь, до 350 м. На долю четвертичных отложений прихо-

* Данная статья является частью работы. Бийско-Чумышская лесостепь (физико-географическая характеристика).

дятся из них 150—200 м. Четвертичные породы залегают на третичных, обнаруженных скважинами, а они в свою очередь перекрывают континентальные меловые породы, по мнению М. П. Нагорского (21), или кору выветривания палеозойских пород, по мнению М. И. Кучина и Е. Н. Щукиной (36). Очень широко на территории лесостепи распространены лёссы и лёссовидные породы. Восточная граница лесостепи соответствует распространению этих пород.

В почвенном покрове лесостепи преобладают чернозёмные почвы. Средняя часть ее, между реками Чумыш и Бия, покрыта слабовыщелоченными, среднегумусными среднемощными чернозёмами. Район южнее реки Бердь занят выщелоченными среднегумусными среднемощными чернозёмами. Выщелоченные тучные среднемощные чернозёмы узкой полосой протягиваются по левобережью Чумыша от с. Поповичи до Сорокино, а обыкновенные чернозёмы занимают зональный район. Под сосновыми лесами на боровой террасе формируются боровые пески и дерново-слабоподзолистые почвы. Восточная часть Бердь-Чумышского водораздела покрыта темносерыми и серыми лесными почвами. Почти все почвы лесостепи обладают высоким плодородием и широко используются под посевы зерновых, сахарной свеклы и ряда других сельскохозяйственных культур. До 1954 года значительные пространства плодородных земель были заняты малопродуктивными пастбищами и сенокосами. После февральско-мартовского Пленума ЦК КПСС, поставившего серьёзную задачу по дальнейшему увеличению производства зерна, эти земли были вовлечены в обработку.

Бийско-Чумышская лесостепь довольно резко отделена от других лесостепных и степных районов Западной Сибири. На севере и востоке она ограничена таежночерневыми лесами Салаира, на западе — приобскими борами. Только в районе г. Барнаула наша лесостепь близко соприкасается с Кулундинской степью, расположенной на левобережье р. Оби. Такая изолированность наложила отпечаток на растительный покров лесостепи, отличающийся бедностью степными видами. По характеру растительности она в основном дернисто-луговая или северная лесостепь. На ее территории выделяется только два более остепненных участка разнотравно-луговой растительности со степисностью около 50%. Один небольшой остепненный участок находится южнее г. Бердска, а второй — почти круглый массив диаметром 43—53 км, на юго-востоке с центром у д. Еланда. Естественная растительность на открытых местах в результате сельскохозяйственного освоения территории почти не сохранилась. По этой же причине сильно сократилась площадь, занятая лесной растительностью. Сейчас лесная растительность представлена сосновыми лесами боровых террас р. Оби и Чумыша и небольшими берзовыми колками. Облесенность отдельных районов доходит до 30%.

Присоединение территории Бийско-Чумышской лесостепи к России произошло в конце первой четверти XVIII в., когда в предгорьях Алтая возникла цепь укреплений, под прикрытием которых и начинается заселение района. Интересующая нас площадь вместе со значительной частью предгорий Алтая, Салаира и Кузнецкой котловины оказались в ведении специального комбината, то есть стали собственностью царя. Это обстоятельство, а также соседство с Алтайскими горами, которые прежде всего привлекали внимание исследователей,

обусловили то, что природа ее долгое время оставалась вне поля зрения ученых.

Остановимся на наиболее важных моментах истории исследования главных компонентов ландшафта района, а именно геологической изученности, познании рельефа, почв и растительности.

Геологическая изученность

Первые сведения о геологическом строении Бийско-Чумышской лесостепи носили самый общий характер. Так, Г. Е. Шуровский (37) указывает только на то, что местность до Барнаула сложена постплиоценовыми осадками.

В. Полянский, проводивший в 1884 г. геологические исследования в Бийском округе, отметил (29) преобладание глинистых отложений в окрестностях г. Бийска, обнажающихся в обрывах берегов р. Бии. Только на правом берегу Бии, недалеко от устья р. Неня, он обнаружил первые выходы кристаллических пород (диорит с жилами известняка), а в береговых обрывах р. Неня — известняки.

Указание на господство рыхлых пород в строении северной половины лесостепи мы находим у А. Н. Державина, который в 1889 г. проводил геологические исследования по линиям трактов Томск—Барнаул и Барнаул—Кузнецк. На участках ст. Медведская—Обь и Барнаул—ст. Кытманово он (9) отметил мощные отложения глинистого песка, вскипающего с кислотой. Лишь близ восточной границы лесостепи на стыке ее с Салаиром А. Н. Державин обнаружил выходы известково-хлористого сланца и порфиры на р. Тогул.

Инженер И. Билль производил разведку на железную руду и каменный уголь в бассейне рек Иня и Бердь. Характеризуя геологическое строение северо-западного участка лесостепи, он (3) особо указывал на наличие в районе деревень Пеньковой, Никоновой и Красковой известняка, а на левом берегу р. Укроп — железистой глины.

В 1894 г. в Барнаул приехал А. А. Иностранцев для сбора материала, необходимого для разработки программы геологической съемки Алтайского округа, предпринимаемой „кабинетом“. Он пересек интересующий нас район по маршрутам Барнаул—Голубцово—Копылово—Сорокино—Хмелевка и Тогул—Кытманово—Сорокино—Косиха—Жилино. А. А. Иностранцев отметил, что местность сложена „мощным слоем лёссовидных глинистых песков, переходящих кверху в глинистый чернозём“ (13). Эта поездка А. А. Иностранцева положила начало более подробным геологическим исследованиям в пределах листов десятиверстной карты Томской губернии, охватившим и часть территории Бийско-Чумышской лесостепи. Так, А. Н. Державин работал на левобережье р. Бердь и описал (9) выходы известняков и глинистых сланцев на правом берегу р. Койниха выше и ниже д. Таскаево.

Г. Г. Петц в 1897 г. проводил геологические исследования и барометрические наблюдения в районе Анисимово—Боровлянка, охватив таким образом значительную часть лесостепи, орошаемую системами рек Бердь и Чумыш. По характеру геологического строения он (26) делит участок юго-зап. четверти 14 листа VIII ряда десятиверстной карты Томской губернии на 2 района. Северо-восточный район характеризуется распространением девонских, каменно-уголь-

ных осадков и изверженных пород; Юго-западный сложен мощными постплиоценовыми осадками. Г. Г. Петц отметил широкое распространение здесь лесов, которые он считал озерным образованием.

Геологическое описание юго-восточной части лесостепи мы находим у Б. К. Поленова (27), который обследовал долину реки Бии, р. Нени и др. правых притоков Бии. Подчеркивая распространение здесь лёссовидных суглинков и лёссов, мощность которых увеличивается по мере движения с востока на запад, он проводит границу между этими породами и горными наносами через Тогульское зимовье по р. Уксунай на д. Караконскую и д. Салопскую.

Финский исследователь Г. Гранэ, в течение ряда лет (1903—1915) изучавший ледниковые отложения Алтая, описал (8) долину р. Бии, отметив небольшое количество валунов у г. Бийска. Слой галечника, лежащий в основании террас на уровне воды, он рассматривает как следы раннего оледенения. Возникновение террас рек Бии и Оби Г. Гранэ связывает с трехкратным оледенением Алтая.

Таким образом, в результате дореволюционных исследований геологическое строение лесостепи было выявлено лишь в самых общих чертах. Установлено господство на большей части территории молодых рыхлых отложений и незначительные выходы коренных пород в долинах рек Бии, Нени, Чумыша.

В 1925—27 годах, изучая геологическое строение 15 листа IX и X рядов топографической 10-верстовой карты Томской губернии, А. М. Кузьмин попутно обследовал низовье р. Бии и долину р. Оби до устья Чарыша. Большое значение в формировании этого района он придавал ледниковым отложениям. В районе с. Новиково А. М. Кузьмин даже описал (19) моренные гряды и друмлины, расположенные на низкой боровой террасе.

Геологическое строение окрестностей г. Бийска описал В. П. Нехорошев (22), который считал, что именно здесь на равнине кроется разгадка вопроса древнего оледенения Алтая. В. П. Нехорошев отметил выход водоносного горизонта толще второй террасы хорошо выдержанного на значительном пространстве правобережья Бии. Крупные валуны в пределах города он, следуя Г. Гранэ, считал свидетелями одного из наиболее древних оледенений.

В 1931 году Барнаульская геологическая партия под руководством П. А. Православлева работала на территории Кулундинской степи, но попутно обследовала правый берег р. Бии у г. Бийска. П. А. Православлев (51) дает первое стратиграфическое подразделение четвертичных отложений предгорной равнины. Он выделяет 3 свиты: нижняя—горизонт С сложен глинами, средняя—горизонт В сложен песками и верхняя—горизонт А сложен лёссовидными породами.

В этом же году изучение геологического строения берегов Оби от Камня до Новосибирска проводилось партией Е. Н. Ивановой. Е. Н. Иванова (12) на правобережье отмечает многочисленные выходы коренных пород (известняки, сланцы, песчаники, реже парфириты, диабазы) от среднедевонского до пермо-карбановского возраста, смятые в крутые складки. В строение III террасы автор выделяет три группы слоев: горизонт песков, иловатая толща и снова горизонт песков. Верхний горизонт песков то перекрыт лёссовидными суглинками, то переведен в дюны.

В 1834 году партия А. С. Егорова проводила геологическую

сьемку лево-и правобережье Оби в пределах Барнаульского, Косихинского и Тальменского районов от с. Рассказчиха на юге до ст. Гоньба на северо-западе. А. С. Егоров (11) отмечает, что палеозойский фундамент находится на глубине 120 м. ниже уровня океана и перекрыт мощным комплексом рыхлых отложений. По морфологическим и минералогическим особенностям этот комплекс подразделяют на антрополенные (условно до гл. 70—90 м) дочетвертичные образования. Следуя Р. С. Ильину, А. С. Егоров большое значение в формировании осадков района придает деятельности северного ледника, доходившего, по их мнению, до широт Барнаула и Павлодара. Лёссовидные суглинки района рассматриваются автором как делювиальное аллохтонное образование, сформировавшееся в результате многократного переотложения овражных выносов Салаира, неогена Кулунды и гюнцской морены.

Представление о геологическом строении Бийско-Чумышской лесостепи значительно расширились после работ Бийско-Барнаульской геологической партии 1939 г. под руководством М. П. Нагорского. Район работ этой партии охватил значительную часть лесостепи, расположенную южнее р. Чумыш. В своей работе (21) М. П. Нагорский описывает многочисленные разрезы рыхлой толщи, слагающей степное плато и террасы р. Бии и Оби, приводит данные проф. П. А. Никитина по палеокарпологическим анализам образцов из отдельных обнажений, позволяющих восстановить природные особенности периодов отложений, М. Г. Нагорский признает двухкратное оледенение Алтая, допуская несколько стадий последнего оледенения. Образование лёссов и лёссовидных пород относится им к межледниковой эпохе. В вопросе о происхождении этих пород М. П. Нагорский поддерживает почвенную гипотезу Л. С. Берга, уточненную и дополненную И. П. Герасимовым и К. К. Марковым. Вместо с тем автор отмечает наличие в районе аллювиальных и, возможно, делювиальных лёссов.

В 1936 и 1939 гг. изучением лёссов Бийско-Чумышской лесостепи много занимался Б. Ф. Петров. В его работах (24 и 25) приводятся многочисленные данные механического и минералогического анализов образцов лёссов, на основании чего он делает вывод об алтайском происхождении минеральной части его. Б. Ф. Петров подробно описывает условия формирования лёссов, переживших сложную историю. Подготовленный степным выветриванием пылеватый материал многократно сортировался и переносился то водой, то ветром, чем и объясняется неодинаковая мощность лёсса и наличие его на вершинах отдельных изолированных сопок.

Изучение геологического строения лесостепи в районе большой излучины Оби проводилось в 1940 г. Каменско-Ордынской геологической партией, под руководством В. П. Казаринова. В отчётах о работе партии (14,15) приводится богатый фактический материал по описанию обнажений палеозойских пород: среднедевонских, нижне- и верхнекарбоновых, нижнепермских и эффузивных формаций. Следуя П. А. Православлеву, осадки степного плато В. П. Казаринов делит на 3 свиты: лёссовидные суглинки, пески и синие глины. В отчетах дается характеристика строения I, II и III террас, а также выходы коры выветривания и полезные ископаемые, связанные с ней. В ре-

зультате работ составлены карты рыхлых отложений района, выходов палеозойских пород и полезных ископаемых.

Геологическое строение восточных и юго-восточных районов лесостепи изучалось в 1944 году комплексной геолого-геоморфологической партией под руководством А. С. Кириллова и В. Ф. Сенцовой и в 1947 году Тогульской геологической партией под руководством Н. И. Парвицкой. А. С. Кириллов и В. Ф. Сенцова (16) описали геологическое строение области сопряжения Салаира, Центральной части Ненинско-Чумышской впадины и западной окраины Горной Шории на территории Солтонского района, входящей в состав лесостепи. Ими отмечена широкое распространение четвертичных пород, а также незначительные выходы докембрийских, девонских и меловых пород.

Н. И. Первицкая характеризует геологическое строение бассейна Чумыша и Солтонского района. Она пишет, что местность сложена в основном породами Аламбайской формации (условно протерозойского или кембрийского возраста) слагающими ядро антиклинальной складки северо-восточного простирания погружающейся южнее с. Яминского. Значительно распространены в районе и четвертичные отложения, представленные отложениями III и II террас. К работе приложена карта рыхлых отложений юго-западного склона Салаира.

Богатый фактический материал по геологии южной части Бийско-Чумышской лесостепи, ограниченной на севере Чумышом, а на западе 84° в. д. приводится Е. Н. Шукиной (36), которая работала в 1946 году в окрестностях г. Бийска, а в 1949 г. в бассейне Бии и ее правых притоков. В районе Ненинско-Чумышской впадины она описывает выходы среднедевонских пород, юрские угленосные отложения. Выходы древней коры выветривания отмечены на юго-восточной и восточной окраине Обь-Чумышской впадины. Обнаружены также выходы третичных пород (условно олигоцен и миоцен) по берегам притоков Бии и Чумыша, тогда как на остальной части лесостепи они вскрываются лишь некоторыми буровыми скважинами.

Среди четвертичных пород Е. Н. Шукина выделяет нерасчлененные покровные отложения, нерасчлененные породы водораздела Обь-Чумышского плато, расчлененные по возрасту четвертичные отложения террасового плато и террас рек Бии и Оби: нижне средние, верхнеплейстоценовые, поздневерхнечетвертичные и современные отложения.

Геологическое строение северо-западной части лесостепи в пределах Новосибирской области и Краюшинского и Тальменского районов Алтайского края в 1954 году изучалось Сузунской геологической партией. Ее руководители А. Л. Бурухин и А. А. Медем (4) отмечают здесь выходы кембрийских, девонских, каменноугольных, пермских пород, отложений мезотретичной коры выветривания и четвертичного периода.

Все перечисленные исследования позволили выяснить геологическое строение Бийско-Чумышской лесостепи. Установлено, что основные месторождения полезных ископаемых (пестроцветных глин-красителей, белых глин-огнеупоров и др.) связаны с древней корой выветривания. Однако необходимо отметить, что толща рыхлых отложений, занимающая огромные площади лесостепи, изучена еще недоста-

точно, что затрудняет разработку единой стратиграфической схемы четвертичных отложений. Различно решается вопрос о происхождении лёссов и лёссовидных пород.

Изучение рельефа

Если геологическое строение Бийско-Чумышской лесостепи более или менее освещено в литературе, то сведений о рельефе этого района очень мало. В работах уже упомянутых авторов и некоторых других характеризуются самые общие черты рельефа отдельных участков.

Так В. В. Берников, изучивший почвы Чумышской лесной дачи, описал рельеф Инско-Чумышко-Еловского и Еловско-Чумышко-Тальменского водоразделов. Он подчеркивает преобладание (2) дюнного характера рельефа, созданного после окончания ледниковой эпохи.

Непосредственно вопросом изучения рельефа лесостепи занимался Н. Н. Соколов, участник Кузнецко-Барнаульской экспедиции 1931 г. работавший на правом берегу Оби в бассейне рек Чумыш и Бердь. Причумышскую равнину Н. Н. Соколов (34) характеризует как район долино-балочного рельефа. Он описывает рельеф долин Оби, Берди, Чумыша и характер рельефа по маршруту Барнаул-Тогул, Н. Н. Соколов отмечает несоответствие размеров долин и балок современным водотокам, ступенчатость и асимметрию склонов долин. Долины и балки образовались за счет деятельности мощных водных потоков, протекавших здесь в период таяния ледников. Описывая рельеф левобережья Чумыша, Н. Н. Соколов отрицает высказывания В. В. Берникова о большом значении в рельефе золовых форм. Он считает бездоказательной теорию золового происхождения лёссов и песков, так как „слоистый характер лёссовидных суглинков, постепенный проход их как в пески, так в типичный лёсс не оставляют сомнения в водном происхождении всех трех фаций“ (34, стр. 42).

Л. П. Нагорский (21) в рельефе Обь-Чумышской впадины выделяет платообразную возвышенность Обь-Чумышского водораздела с абсолютными высотами до 320 м, степное плато, занимающее большое пространство и характеризующееся увально-долинным ландшафтом. террасы реки Оби и ее притоков. Особенно выделяются широкая до 10—15 км. пойменная терраса, 16—25 метровая боровая терраса и 35—45 м. терраса.

Б. Ф. Петров (25) описывает общие черты рельефа лёссовой равнины и комплекса террас Оби и Бии. Лёссовая равнина густой сетью оврагов, логов и мелких речек расчленена на ряд узких водоразделов, с волнистой поверхностью, но встречаются и участки почти идеальных равнин с резко выраженным западным, суффозионным микрорельефом. Лёссовая 50—60 м. терраса сливается с лёссовой равниной. Боровая 15—25 м. терраса, хорошо выраженная в верховьях Оби, в местах распространения песков имеет дюнный рельеф, в местах с суглинистым покровом равнинный или мелкобугристый рельеф. Древняя пойма высотой 5—7 м. отличается большим распространением староречья, прирусловых валов, при террасных болот и т. д. Пойма высотой 0,3 м. на участке меридианального течения Оби имеет бугристый и дюнный рельеф.

Аналогичное описание общих черт рельефа в районе большой излучины Оби приводится В. П. Казариновым (14).

Некоторые сведения о рельефе юго-восточного участка лесостепи находим у А. С. Кириллова и В. Ф. Сенцовой (16). Они отмечают резко выраженный в рельефе Ненинско-Чумышской водораздел, являющийся юго-западным продолжением Салаира. На этом водоразделе выделяются вершины Кивда, Шалапская, Тёплая и др. Авторы указывают на отсутствие в долине р. Нени пойменной террасы. Первая надпойменная терраса высотой 15—20 м изборозжена многочисленными старицами. Вторая терраса имеет высоту 35—45 м.

Н. И. Порвицкая (23) выделяет в восточной части Яминского района область слабоприподнятого пенеплена с увалисто-холмистым рельефом. На территории Тогульского и восточной части Кытмановского районов располагается аккумулятивная область с равнино-холмистым рельефом.

Общую характеристику рельефа Обь-Чумышской впадины дает Е. Н. Шукина (36). Ею отмечается преобладание мягких сглаженных форм. Е. Н. Шукина выделяет террасовидное плато, поднимающееся до 95—100 м. над уровнем рек Бии и Оби. Районы этого плато М. П. Нагорский включает в водораздельное плато, которое на геоморфологической карте Е. Н. Шукиной занимает лишь ограниченные участки.

Характеристику общих черт рельефа участка лесостепи, расположенного севернее р. Чумыш, мы находим в отчете А. Л. Бурухина и А. А. Медем (4). Они называют этот участок Обь-Чумышской равниной и выделяют на ней по характеру рельефа две части. Западная сузунская часть представляет из себя заболоченную песчаную равнину с широким развитием болот, озер и торфяников. Восточная часть—равнина аллювиального происхождения с озерами и болотами только по реликтовым речным долинам.

Изучение почв и растительности

Первые почвенные исследования в 1894—98 годах проводились И. П. Выдрином и З. И. Ростовским. Они выделили и описали (5) гумусированные пески под сосновыми борами, суглинистый и супесчаный чернозём, содержащий гумуса 6—10%, суглинки чернозёмные, содержащие гумуса 10—18%. На левобережье Чумыша и в северо-восточных районах распространены лесные земли и каменистые почвы.

Начало изучения растительности лесостепи положил П. Н. Крылов. Его работа здесь началась в 1891 году, когда П. Н. Крылов совершил поездку для сбора растений в Барнаульский и Бийский округа. Он захватил своими маршрутами северную часть лесостепи и описал (17) сосновые боры, березово-осиновые леса, остров степной растительности в бассейне р. Чумыш. Южную часть лесостепи П. Н. Крылов в 1903 г. трижды пересекает с северо-запада на юго-восток. В 1915 году совместно с Л. Ф. Ревердатто он исследовал лесостепь по маршруту Барнаул—р. Неня—Бийск. В результате всех этих исследований П. Н. Крылов (18) дает, как выражается В. В. Ревердатто, „крайне сжатую, но верную характеристику“ Бийской степи.

В 1902 году Э. Э. Леман совершает поездку в Бийский уезд для ознакомления с флорой и сбора ботанического материала. Значитель-

ную часть времени он посвящает изучению Верх-Обского бора. Э. Э. Леман (20) приводит большой список растений этого района, кратко характеризует особенности природы окрестностей оз. Иткуль, д. Соколово, долины Оби.

В 1913 году начинается изучение растительности Бийско-Чумышской лесостепи В. В. Ревердатто, который в этом году обследовал долину Оби по Бийскому тракту и сделал экскурсию на озеро Байдан в Верх-Обском бору. В 1923 году он совместно с Л. Ф. Ревердатто обследовал район по маршруту г. Бийск—Тогульское зимовье. Личные наблюдения и материалы П. Н. Крылова позволили В. В. Ревердатто подробно охарактеризовать природу лесостепи, особенно ее естественную растительность, почти совсем уничтоженную в настоящее время. В. В. Ревердатто (32) выделяет здесь по характеру растительности три подрайона: березового редколесья на востоке, боровой на западе и собственно лесостепной, представленной дернисто-луговой и разнотравно-луговой подзонами. Решая вопрос о происхождении степной растительности, В. В. Ревердатто подчеркивает отсутствие здесь степных форм Алтая и общность их с Кулундой и Барабой, откуда шли эти степные формы. Но расселение это шло медленно, чем и объясняется малое разнообразие степных форм данного района.

С 1924 года начинается более или менее систематическое изучение почвенного покрова лесостепи. Начало ему положила экспедиция К. П. Горшенина, работавшая по обследованию почв в Бийском и Барнаульском уездах. К. П. Горшенин (6) выделяет здесь боровые малогумусные пески по берегу Оби, зернистые черноземы с пятнами карбонатно-солончаковых почв, а изредка солонцев, занимающих холмистую равнину восточнее приобских боров, тучные черноземы на водоразделах Чумыша и притоков Оби и Бии.

Значительные работы по исследованию почв Чумышской лесной дачи проведены в 1925 году В. В. Берниковым. Он (2) описал боровые пески, занимающие большую часть территории дачи, подзолистые почвы на песках, характерные для плоских понижений, подзолы на супесчанном и суглинистом делювии, супесчаные подзолистые почвы, характеризующиеся наличием ортзандового горизонта значительной мощности и заболоченные почвы.

Изучением растительности этого же района занимался Н. А. Тихомиров. Он (35) охарактеризовал различные типы боров, а именно, сухой, травяной и ягодниковый, и указал на возможность естественного возобновления сосны в зависимости от характера травянистой растительности. Так наличие мощного мертвого покрова, а в живом присутствие вейника, препятствует естественному развитию сосны в травяном и ягодниковом борах. Но в то же время в них более благоприятно увлажнение почвы. Естественное возобновление сосны происходит очень медленно, ему очень мешают лесные пожары.

В 1931 году почвенный институт им В. В. Докучаева организовал Кузнецко-Барнаульскую экспедицию. Участники ее провели большую работу по изучению природы северо-восточных районов лесостепи. Так, Б. Ф. Поярков (30) изучал почвы по маршруту Тальменка—Барнаул—Кытманово в районе Западного Предсалаирья, где он выделил боровые пески, выщелоченные черноземы. Эти почвы составляют основной фон почвенного покрова. На территории Маслянинского и

Залесовского районов пятнами встречаются сильнооподзоленные черноземы и серые лесные почвы.

Почвы Маслянинского района изучали Е. А. Афанасьева, Т. В. Котенева, В. Ф. Поярков (1). Они выделили здесь выщелоченные и слабодеградированные черноземы.

Участник Кузнецко-Барнаульской экспедиции П. П. Поляков изучал растительность Западного Предсалаирья. Он (28) подробно описал ландшафт березовых лесов, сосновых боров на террасах рек бассейна Чумыша и Берди, моховые болота среди них. Характеризуя травяную растительность лесостепных участков, он отмечает факты нахождения здесь степных форм Алтая. Он отверг таким образом положение В. В. Ревердатто, отрицавшего проникновение этих форм в Бийско-Чумышскую лесостепь.

Почвы Бийско-Чумышской лесостепи изучались и изучаются управлением землеустройства Алтайского крайсельхозуправления. Особенно широко развернулись эти работы в связи с освоением целинных и залежных земель.

Так, в 1941 году почвоведы Баканич А. И., Комина И. А., Руденская К. В. проводили обследование почв на территории Тальменского района. В 1947 г. обследование почв Колманского района проводила П. Г. Давыдова, Ф. Р. Шкрль работала в бывшем Чесноковском районе; в 1952—53 гг. на территории бывшего Чесноковского района работали почвоведы Давыдова П. Г., Козлов В. А., Р. В. Акимова, Г. В. Миков, Б. М. Коновалов. Обследование почв колхозов и совхозов Залесовского района проводили В. Е. Голикова, М. И. Понаморева, П. А. Мельтенисова (1954, 1955 гг.); Сорокинского района—П. Г. Давыдова, В. А. Козлов, Р. А. Акимова, А. Н. Михайлова, С. Н. Бутова, И. А. Митрохина, Р. В. Осокина (1954, 1955 г); Тальменского района—почвенные отряды Г. В. Микова и П. Г. Давыдовой (1955 г.). В 1956 г. Е. Н. Борт, И. И. Пальчиков, Р. А. Козлова работали в Краюшкинском районе, А. И. Митрохина, Р. В. Осокина, Н. М. Московская в Кытмановском, Н. М. Московская в Тогульском. В результате этих обследований составлены почвенные карты колхозов и совхозов и выделены пахотные почвы, условно пахотнопригодные, пригодные после раскорчевки, сенокосные угодья и неудобные земли.

В 1955 году была издана работа К. П. Горшенина, (7) являющаяся обобщением его собственных исследований и материалов других исследователей почв Сибири. Она дает значительный фактический материал по Бийско-Чумышской лесостепи. На ее территории он выделяет пять почвенных районов. Три района северной лесостепи: увалисто-рассеченное Предсалаирье с оподзоленными, выщелоченными, тучными черноземами и серыми лесными почвами; равнина, рассеченная притоками Оби, текущими с Салаира с выщелоченными, реже обыкновенными черноземами, серыми лесными почвами; холмистая равнина, расчлененная притоками Оби и Чумыша, с выщелоченными, реже тучными и оподзоленными черноземами. Особо выделяется район Приобских боров на гессах и участок южной лесостепи—Бийский с обыкновенными черноземами. Таким образом, в работе К. П. Горшенина дается общая характеристика почвенного покрова всей территории лесостепи.

Широкое сельскохозяйственное использование лесостепи требует

дальнейшего изучения почв Яминского, Солтонского, Зонального, Косихинского и др. районов.

Особо следует обращать внимание на возможность возникновения почвенной эрозии и выработку противоэрозионных мероприятий.

В заключение необходимо отметить, что комплексного ландшафтного описания Бийско-Чумышской лесостепи еще нет. Между тем она является одним из основных сельскохозяйственных массивов Алтайского края. Дальнейшее развитие сельского хозяйства, рациональное использование целинных и залежных земель требуют сводных работ о природе района. Перечисленные в статье исследования после некоторых дополнительных наблюдений позволят дать комплексную ландшафтную характеристику, провести физико-географическое районирование территории лесостепи и выявить историю и направления развития рельефа района.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева Е. Е., Котенева Т. В., Поярков К. Ф. — Почвы Маслянинского льноводческого района Зап. Сиб. отд. Материалы Кузнецко-Барнаульской экспедиции, ч. II, 1934.
2. Берников В. В. — Почвы восточной части Чумышской лесной дачи. Труды Сиб. инст. сел. хоз. и лесоводства, т. 9, № 1 — 5, 1928.
3. Билль И. — Разведка на железные руды и каменный уголь по притокам рр. Берды и Ини в Алтайском округе. Вестник золотопромышленности № 17, 18, 1895.
4. Бурухин А. Л., Медем А. — Геологические и геоморфологические исследования в юго-зап. части Зап. Сиб. низ., пределах листа 44 — XII — XXIII, ФЗСГУ.
5. Выдрин И. П., Ростовский З. И. — Материалы по исследованию почв Алтайского округа. 1899.
6. Горшенин К. П. — Почвы черноземной полосы Западной Сибири. Записки Зап. Сиб. отд. ГРГО, т. XXXIX, 1927.
7. Его же — Почвы южной части Сибири. 1955 г.
8. Гранэ Г. — О ледниковом периоде в Русском Алтае. Изв. Зап. Сиб. отд. РГО, т. III, вып. 1 — 2, 1915.
9. Державин А. Н. — Геолог. наблюдения по линии Томско-Барнаульского и Барнауло-Кузнецкого трактов. Изв. Томского Университета, кн. 2, 1890.
10. Его же — Геолог. описание Юго-восточной четверти 13 л. VIII ряда, 10 верстой карты Томской губернии. Тр. геолог. части кабинета т. 11, в. 1, 1898.
11. Егоров А. С. — Материалы к геологии и геоморфологии Барнаульского района, 1934, ФЗСТУ.
12. Иванова Е. Н. — Берега Оби от г. Камня до Новосибирска, 1931, ФЗСГУ.
13. Иностранцев А. А. — Геологическая поездка в Алтайский округ летом 1894 г. Тр. геол. части кабинета, ч. 1, в. 2. 1895.
14. Казаринов В. П. — Предварительный отчет по работам Каменско-Ордынской геологической партии в летний сезон 1940 г., ФЗСГУ.
15. Его же — Геология палеозоя и мезозоя южной части Колывано-Томской складчатой зоны. 1941, ФЗСГУ.
16. Кириллов А. С., Сенцова В. Ф. Геология области сопряжения Салаира Центральной части Ненинско-Чумышской впадины и западной окраины Горной Шории. 1945, ФЗСГУ.
17. Крылов П. Н. — Очерк растительности Томской губернии. 1898 г.
18. Его же — Очерк растительности Сибири. 1921.
19. Кузьмин А. М. — Материалы к расчленению ледникового периода в Кузнецко-Алтайской области. Изв. Зап. Сиб. отд. геол. комитета, т. 8, в. 2, 1929 г.

20. Леман Э. Э. — Материалы для флоры Бийского уезда, Томской губернии. Тр. Общества естествоиспытателей при Казанском Университете, т. 38, в. 2, 1904.
 21. Нагорский М. П. — Материалы по геологии и стратиграфии рыхлых отложений кайнозоя Обь-Чумышской впадины. Материалы по геол. Зап. Сиб., вып. 13, 1941 г.
 22. Нехорошев В. П. — Геологическое строение окрестностей г. Бийска. Геологический вестник, т. VI, № 4—6, 1928 г.
 23. Парвицкая Н. И. — Отчет Тогульской геологической партии за 1947—1948 г. ФЗСГУ
 24. Петров Б. Ф. — О происхождении лесов Бийской лесостепи. «Почвоведение», № 4, 1937.
 25. Его же — О лесах Алтая. «Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода», № 11, 1947 г.
 26. Петц Г. Г. — Геол. описание юго-западной четверти 14 листа VIII ряда 10-верстной карты Томской губернии. Тр. геол. части кабинета, т. VI, в. 1, 1904.
 27. Поленов Б. К. — Геол. описание зап. половины 15 листа IX ряда 10-верстной карты Томской губернии. Тр. части кабинета, т. VIII, в. II, 1915.
 28. Поляков П. П. — Ботанико-географические очерки Кузнецкой котловины, Салаира и Западной предсалаирской полосы. Материалы Кузнецко-Барнаульской экспедиции, часть I, 1934 г.
 29. Поляновский Г. — Геологические наблюдения в Бийском и Кузнецком округах Томской губернии, произведенные в 1884 г. Гор. журн. т. 1, 1886.
 30. Поярков В. Ф. — Почвы западной предсалаирской полосы. Материалы Кузнецко-Барнаульской экспедиции, часть III, 1936.
 31. Православлев П. А. — Приобье Кулундинской степи. Материалы по геологии. Зап. Сиб. края № 6, 1933.
 32. Ревердатто В. В. — О происхождении растительности Бийской степи. 1930.
 33. Его же — Растительность Сибири. 1931.
 34. Соколов Н. Н. — О рельефе Кузнецкого бассейна, Салаира и правобережья Оби в районе р. р. Чумыш и Бердь. Тр. инст. физ. географии, вып. 15, 1936 г.
 35. Тихомиров Н. А. — Естественное возобновление сосны в связи с типами насаждений в Чумышской лесной даче Барнаульского округа «Тр. Сиб. инст. сел. хоз. и лесоводства», т. IX, в. 1—5, 1928.
 36. Щукина Е. Н. — Геология отложений кайнозоя и геоморфология Горного Алтая и его предгорий. 1952. ФЗСГУ.
 37. Щуровский Г. Е. — Геологическое путешествие по Алтаю, с историческими и статистическими сведениями о Колывано-Воскресенских заводах Москва, 1846 г.
-

*И. Г. ПРОШИН,
ст. преподаватель кафедры географии*

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РЕЛЬЕФА БАССЕЙНА РЕКИ ЧЕРНЫЙ ИЮС

Река Черный Июс является одним из основных истоков реки Чулым — крупного правого притока р. Оби. Это значительный горный поток с разветвленной сетью боковых притоков. Длина реки 175 км, площадь водосбора около 4,5 тысяч кв. километров. Распологается данная территория, главным образом, на северо-восточных склонах Кузнецкого Алатау, и лишь небольшой участок заходит в пределы северо-западной окраины Минусинской котловины. В плане описываемая площадь имеет форму неправильного четырехугольника, вытянутого с юго-запада на северо-восток. Наибольшая протяженность по этому направлению 115 км, наибольшая ширина около 60 км. Географический участок располагается между $54^{\circ} 17'$ и $55^{\circ} 07'$ северной широты и $88^{\circ} 22'$ и $89^{\circ} 50'$ восточной долготы.

Со всех сторон Черноиюсский бассейн ограничивается ясно выраженными водоразделами, отделяющими его от бассейнов смежных систем. С юга и запада бассейн оконтуривается гребнями главного водораздела Кузнецкого Алатау и его северо-восточного острога, уходящего к верховьям рек Печищи и Ничкурюпа; с востока — Куулгуло — Кузнецовским отрогом Алатау и Чебаковско-Кагоевской кузетовой грядой и с севера — Копьевскими горами и девонскими холмами левобережья р. Печищи.

В орографическом отношении поверхность бассейна р. Черный Июс представляет собой сильно расчлененную средне- и низкогорную местность. Абсолютные высоты участка лежат в пределах 380—1745 м над уровнем моря, а относительные возрастают от 100—150 м на востоке, до 600—700 м на западе. Колебания высот близлежащих точек достигают 300—400 м и на один километр горизонтального расстояния, а в отдельных местах гольцовой зоны до 500 м.

Характерной особенностью орографии района, как и всего Кузнецкого Алатау, является беспорядочное нагромождение небольших кряжей, массивов и горных вершин, ориентированных по разным направлениям. Эта особенность, так хорошо вырисовывающаяся не только на местности, но и на топографических картах, была подмечена еще первыми исследователями Алатау, а позднее отмечается в работах И. П. Толмачева (1903), В. А. Обручева (1911), Я. С. Эдельштейна (1936), А. Н. Чуракова (1932) и ряда других ученых, занимавшихся изуче-

нием этой страны. Так, В. А. Обручев пишет: „Кузнецкий Алатау не представляет непрерывной цепи гор, а состоит из отдельных массивов или коротких кражей, связанных друг с другом перемычками и распадающихся в различных направлениях“ (1911, стр. 14).

Такое сложное устройство поверхности участка обусловлено сложностью геологического строения, особенностями литологического состава горных пород, длительностью геологического развития и своеобразием протекания экзогенных процессов. Поэтому кажущаяся на первый взгляд хаотичность в размещении и ориентировке кражей и вершин имеет свои закономерности, которые раскрываются при внимательном изучении геоморфологии данного района. Так, например, все выдающиеся горные вершины кражей и отрогов тесно связаны с выходами глубинных магматических пород, а различного рода понижения, западины и речные долины с осадочными и эффузивными напластованиями.

Промежуточное положение занимают кристаллические сланцы, гнейсы и мраморизованные известняки, которые иногда образуют самостоятельные небольшие кражи, отроги и горные вершины. И. П. Толмачев (1903), касаясь этого вопроса, замечает, что „если бы путешественник прошел только водоразделами, не спускаясь в долины, то он бы сказал, что Кузнецкий Алатау сложен гранитами, сиенитами, габбро, пироксенитами, змеевиками и отчасти кристаллическими сланцами. Если же путешественник осмотрел бы только долины, то он сказал бы, что главными породами Кузнецкого Алатау являются известняки и кристаллические сланцы, а граниты и другие массивные породы являются подчиненными“.

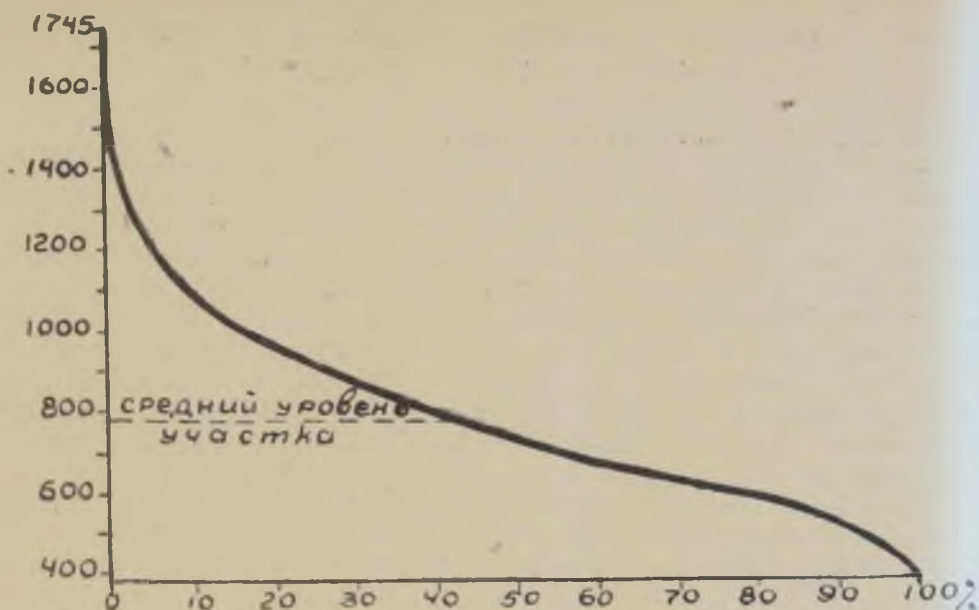
Гипсометрически поверхность Черноийусского бассейна распределяется следующим образом:

Высотные ступени	Площ. в кв. км.	Площадь в %
380—500 м	450	10,1
500—700 м	1550	34,7
700—1000 „	1700	38,1
1000—1200 „	525	11,7
1200—1400 „	200	4,5
1400—1745 „	40	0,9

Как видно из таблицы почти три четверти поверхности бассейна (72,8%) приходится на две высотные ступени от 500 до 700 м и от 700 до 1000 м, то-есть на мелкогорье. Первая из этих ступеней охватывает почти все междуречья и долины восточной части бассейна и часть долин средней полосы, а вторая — почти все

долины и большую часть водоразделов среднего и западного участков района. На долю остальных четырех ступеней приходится всего немногим более 1 (4) 27, 2%) поверхности бассейна. Из этих 27, 2% 10,1% падает на ступень ниже 500 м, занимающую нижние участки долин Черного Июса, Саралы и Печищи и некоторые участки древних долин; 11,7% поверхности приходится на ступень 1000—1200 м, образующую большую часть подгольцовых водораздельных вершин, и остальные 5,4% падает на гольцовую зону. Наиболее выдающиеся вершины, превышающие 1400 м, занимают всего 0,9%. Средняя высота поверхности бассейна по гипсографической кривой определяется в 768 м. (см. рис.)

Наибольшие высоты бассейна располагаются в полосе главного водораздела Кузнецкого Алатау, где широким развитием пользуются



Гипсографическая кривая

древние осадочно-метаморфические и массивно-кристаллические породы. Первые образуют нижние части горных кряжей и массивов небольшие самостоятельные высоты, обнажаясь в виде скал, обрывов и утесов по бортам долин, логов и распадков. Вторые же слагают почти все выдающиеся гольцы и вершины описываемого участка. Средняя высота горных вершин здесь лежит на уровне 1200—1300 м, а отдельные гольцы достигают 1600—1700 м.

В средней части бассейна распространены среднепалеозойские интрузивные и эффузивно-осадочные образования, с островами и массивами кембрийских пород. Поэтому к востоку и северо-востоку от главного водораздела Алатау местность быстро понижается. В средней части данного участка высоты опускаются до 800—900 м, и лишь немногие вершины превосходят 1000 м.

Восточную часть бассейна слагают нормальноосадочные толщи среднего и верхнего палеозоя с моноклинальным залеганием пластов. Поэтому здесь развит холмисто-грядовый рельеф с резко ассиметричными склонами. Высота холмов в среднем 600—700 м, и только отдельные вершины поднимаются до 800—900 м, а днища долин опускаются до 500—400 м.

Наиболее выраженным орографическим элементом Черноиусского бассейна является участок главного водораздела Алатау, оконтуривающий описываемую площадь с юга и запада от истоков реки Изикиюль до верховьев реки Саралы. На этом протяжении гребень главного водораздела чрезвычайно извилистый в плане и глубоко расчленен в профиле. Здесь прослеживается ряд более или менее обособленных небольших хребтов, кряжей и массивов, вытянутых по

разным направлениям. Среди этих форм особенно выделяются своей высотой, глубиной расчленения и резкостью очертаний Верхнеиюсский массив, Саралинские горы и хребет Саргая. Расположение кражей, отрогов и массивов бассейна наглядно отражено на прилагаемой схематической карте.

Верхнеиюсский массив представляет собой сильно расчлененный и разветвленный горный узел с системой расходящихся в разные стороны небольших кражей и отрогов. Массив располагается в истоках Черного Июса, Усы и Верхней и Средней Терсей. В этом месте Черный Июс своими верховьями глубоко вдается на Запад, образуя узкий заливообразный выступ своего бассейна. Это наиболее возвышенный участок не только нашего района, но и всей северной половины Кузнецкого Алатау. Здесь на южном отроге массива, отделяющем истоки Белой Усы от вершин Верхней Терси, на уже за пределами Черноиюсского бассейна возвышается изъеденная карами, самая высокая вершина северной части Алатау гольц Большой Каным, имеющий высоту 1971 м. На склонах гольца имеется несколько постоянных снежников.

Кроме южного отрога, от Верхнеиюсского массива отходит еще четыре, два из которых являются частями главного водораздела. Эти две ветви и опоясывают крутой стеной с юга, севера и запада западный выступ Черноиюсского бассейна, имеющего вид глубокой горной котловины. Гребень главного водораздела и всех его отрогов на этом участке образуют выравненные, почти плоские площадки, чередующиеся с каменистыми вершинами гольцев и перевальными седловинами. Средняя его высота 1300—1400 м, а вершины ряда гольцев превосходят 1500 м. На северных и восточных склонах гольцев располагаются многочисленные древние и более молодые кары со снежниками и озерами.

На восточной ветви Июсского горного узла, тянущейся по правобережью р. Черный Июс, в 7—8 км севернее г. Большой-Каным, на границе нашего района располагается гольц Средней Каным, поднимающийся до уровня 1745,6 м, а западнее его еще ряд гольцовых вершин с отметками свыше 1500 м. На северо-восточной ветви, идущей вдоль левого берега Ч. Июса, возвышается гольц Верхнеиюсский, достигающий высоты 1571,6 м. На склонах этого гольца отчетливо выделяется 6 ступеней нагорных террас, имеющих полого наклоненные площадки и крутые каменистые уступы. Ширина площадок от 40—50 до 200—250 м, наклон 3—5°, высота уступов от 15 до 30—40 м. Вершина гольца плоская, занята каменными россыпями и пятнами горнотундровых почв.

Саралинские горы представляют собой небольшой по площади, но значительный по высоте горный массив, лежащий в 30—40 км к северо-востоку от Верхнеиюсского горного узла. Это наиболее высокий участок внутри описываемой территории. С его склонов берут начало реки Сарала, Кия с притоками и многочисленные притоки Средней Терси и Черного Июса. Саралинские горы долиной Средней Саралы делятся на две неравные части—северную и южную часть образует Бобровско-Золотогорский массив, поднимающийся далеко за пределы леса. Массив крутым уступом обрывается на север и юг, т. е. к долинам Саралы и Аязбаса, и более полого опускается на восток и запад. На гребне массива отчетливо выделяются двуглавая

гора Бобровая с отметками 1674 и 1654 м и двухвершинный голец Золотогорский, имеющий отметки 1673,9 м и 1643 м. По данным местных топографов, гора Бобровая и голец Золотогорский превышают 1700 м. Кроме названных вершин здесь имеется еще ряд гольцев, превышающих 1300—1400 м, а голец Туманный достигает 1604 м. Вершины гольцев плоские или полого-выпуклые, загромождены глыбовыми россыпями, чередующимися с полянами полигональных почв. На склонах гольцев и самого массива располагаются ряд древних и более молодых каров со снежниками и озерами, дающими начало ключам и речкам.

Севернее долины р. Средней Саралы, на ее левом борту, находится второй, меньший массив Саралинских гор, простирающийся с запада на восток. Как и первый массив, он является восточным отрогом главного водораздела Кузнецкого Алатау. Массив круто обрывается в сторону Саралы, то есть на юг, и более полого опускается на север. На этом массиве резко выделяются две вершины—гора Арарат, с отметкой 1545,2 м и голец Золотые Рога, с отметкой 1484 м.

Связующим звеном южно и северосаралинского массивов являются Папфиловский и Ивановский гольцы, лежащие на гребне главного водораздела и достигающие соответственно высоты 1480 и 1388 м. Вершины гольцев ровные, почти плоские, загромождены каменными россыпями. На обоих гольцах хорошо выражено по четыре ступени нагорных террас, а у подножия с северной и восточной стороны располагаются глубокие каровые ниши.

Между Верхнеюсским массивом и Саралинскими горами главный водораздел имеет вид сильно расчлененного в плане и профиле хребта, вытянутого в северном направлении. Гребень его образуют широкие, поросшие кустарником и криволесьем седловины, лежащие на высоте 1000—1100 м, и задернованные куполовидные вершины гольцев. Наиболее выделяющимися вершинами этого участка являются гольцы Подснежный (1382 м), Ошаровский (1336 м), Филипповский (1331 м), Воскресенский (1313), Успенский (1303 м) и лежащий на боку отроге между р. р. Аязбасом и Безымянной голец Комод (1360 м).

От гольца Ивановского гребень главного водораздела Кузнецкого Алатау отклоняется на северо-запад, уходя от нашего участка, а на северо-восток отходит хорошо выраженный в рельефе его отрог. Этот отрог и ограничивает северо-западный угол Черноюсского бассейна от бассейна р. Кии. На этом отроге выделяется ряд вершин в истоках Большого и Малого Карасуков высотой от 1325 до 1375 м и находящиеся в верховьях р. Юзик горы: Вершина Юзика (1295 м), Пестрая (1230 м) и Лысая (1205 м). Перевалы отрога понижаются до 800—900 м. Далее этот отрог, как и главный водораздел Алатау, поворачивает на северо-запад и под именем хребта Кубурзюк уходит вдоль правого берега р. Кии, где постепенно понижается и сливается с окружающей местностью.

Хр. Саргая располагается восточнее Верхнеюсского горного узла. Это небольшой горный кряж, тянущийся от устья Правого Инчула вдоль правого берега Черного Юкса и его правого притока кл. Щеголевского до слияния Белой и Черной Усы. В этих границах протяженность хребта около 60 км, ширина в среднем 5—6 км. В верховьях кл. Щеголевского хр. Саргая разветвляется, одна ветвь

идет на юго-запад к слиянию истоков р. Усы, вторая, в виде главного водораздела Кузнецкого Алатау, идет на запад к верховьям Черного Июса. Склоны хребта крутые, в нижней части залесены, в верхней окутаны каменными россыпями. Гребень хребта образуют широкие, плоские или полого-выпуклые площадки с альпийскими лугами и скалистыми утесами. Отдельные скалы гребня поднимаются над площадками на 10—15 м. Наиболее высокими вершинами хребта являются Малый Каным (1481 м) и Карагая (1468 м.) В хорошую погоду хр. Саргая виден на десятки километров, выделяясь своей высотой и массивностью.

Восточнее хребта Саргая главный водораздел Кузнецкого Алатау в пределах описываемой площади сильно понижается и в истоках ключей Михайловского и Журавлевского опускается до 870 м. Михайловский разлом и служит перевальным пунктом для автотракторной дороги, идущей с восточного склона Алатау на западный. Эта дорога связывает верхнюю часть бассейна р. Усы с Абаканской железнодорожной веткой. Далее на Восток, в верховьях рек Малый Черный Июс и Изикиюл, главный водораздел снова повышается. Здесь располагается резко выступающий на местности Кедровско-Спасский гольцовый массив. Южные склоны массива крутые, загромождены глыбовыми россыпями; северные, восточные и западные положе, ступенчатые. На гребне массива возвышается три гольца—Кедровский (1500 м). Банный (1454, 5 м) и Спасский (около 1400 м) с широкими платообразными вершинами. Местами на вершинах и склонах гольцев встречаются небольшие скалы глубинных пород.

К северо-востоку от Кедровско-Спасского массива отходят два небольших отрога, ограничивающих с востока и запада долину р. Изикиюл. Оба отрога круто обрываются к Изикиюлу и более полого опускаются в противоположных направлениях. На севере эти отроги крутым уступом подходят к тектонической Тарчинско-Чебаковской впадине. Гребни отрогов извилистые, склоны глубоко прорезают многочисленные лога и долины ключей. На восточном отроге выделяются гольцы Большой (1464 м) и Малый (1420 м) Куулгулы, Поперечный (1430 м) и Кузнецовский (1390 м), на Западном—Бельский (1448 м), Рождественский (1449 м), Никольский (1388) и гора Знаменитая (1290 м). Вершины всех гольцев образованы интрузиями диоритов и кварцевых монцонитов, пронизанных многочисленными кварцевыми жилами. В нижнем поясе отрогов залегают кембрийские метаморфические известняки, содержащие остатки фауны.

К северо от хр. Саргая и долины р. Черный Июс, между речками Бобровый и Левый Инчул и далее по правобережью р. Саралы до устья Сухой Сабулы, тянется изогнутый скалистый кряж, состоящий из мраморизованных известняков нижнего кембрия и эффузивно-осадочных образований нижнего и среднего девона. Гребень и склоны кряжа интенсивно изрезаны логами и седловинами. Местами встречаются небольшие скалы и каменные россыпи. Выдающийся точкой кряжа является вершина с отметкой 1438 м, лежащая в истоках Инчула и Сабулы.

От устья р. Юзик, вдоль его левого притока р. Тяжин и далее по правобережью р. Береш (правый приток р. Урюп) в меридианальном направлении вытягивается кряж Солгонский, являющийся север-

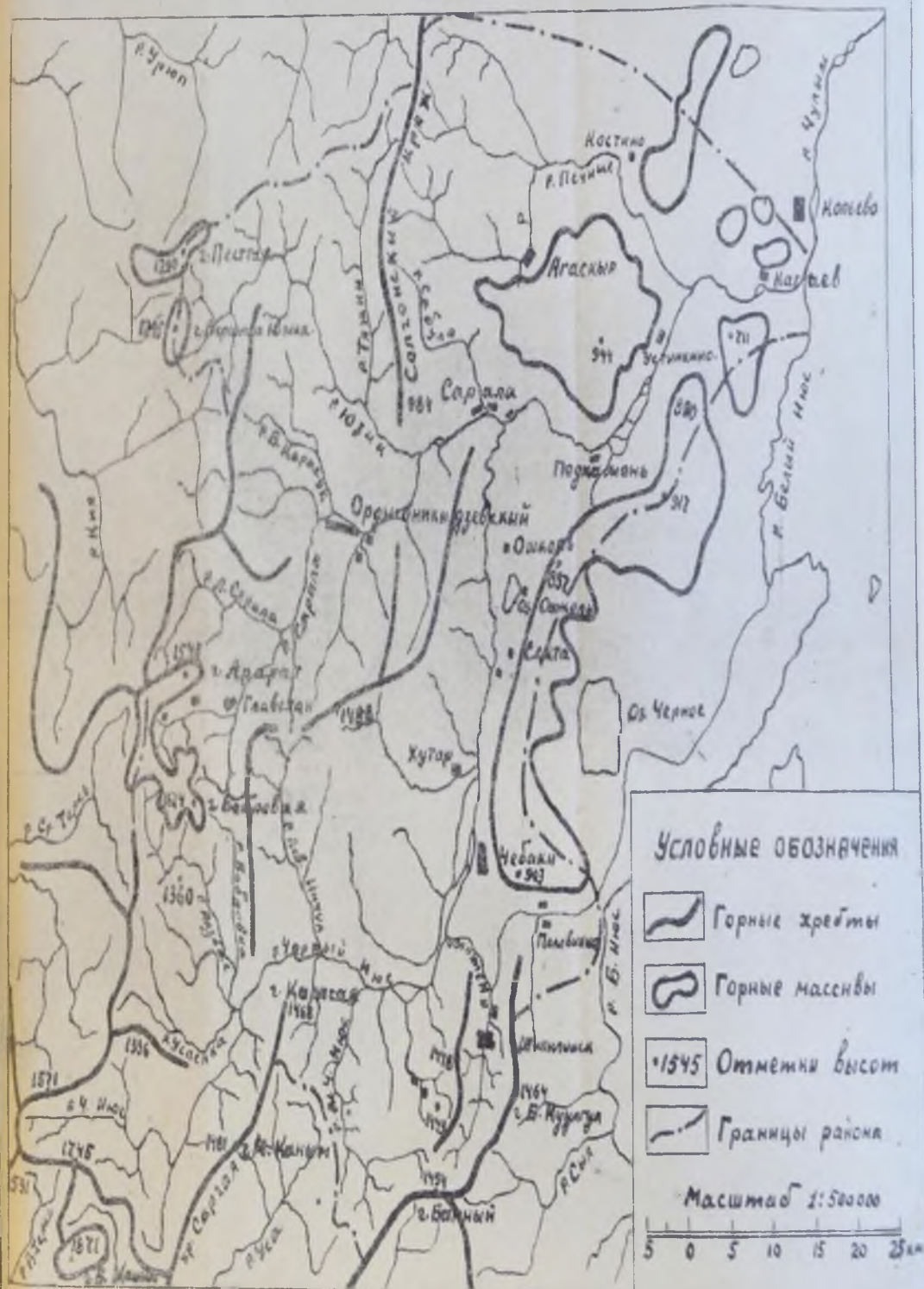
ным продолжением хр. Саргая и Бобровско-Саралинского кряжа. В рельефе кряж выражен хорошо, поэтому краткое упоминание о нем имеется уже в работе Стрельмана (1834). Протяженность кряжа около 60 км, средняя высота 800—900 м. Самая высокая точка, располагающаяся против устья р. Тяжин, имеет отметку 984 м; вторая по высоте вершина с отметкой 967 м лежит в истоках реки Печищи. Солгонский кряж находится в пределах Нижне-саралинского гранитоидного интрузина, поэтому очертания его не отличаются большой резкостью.

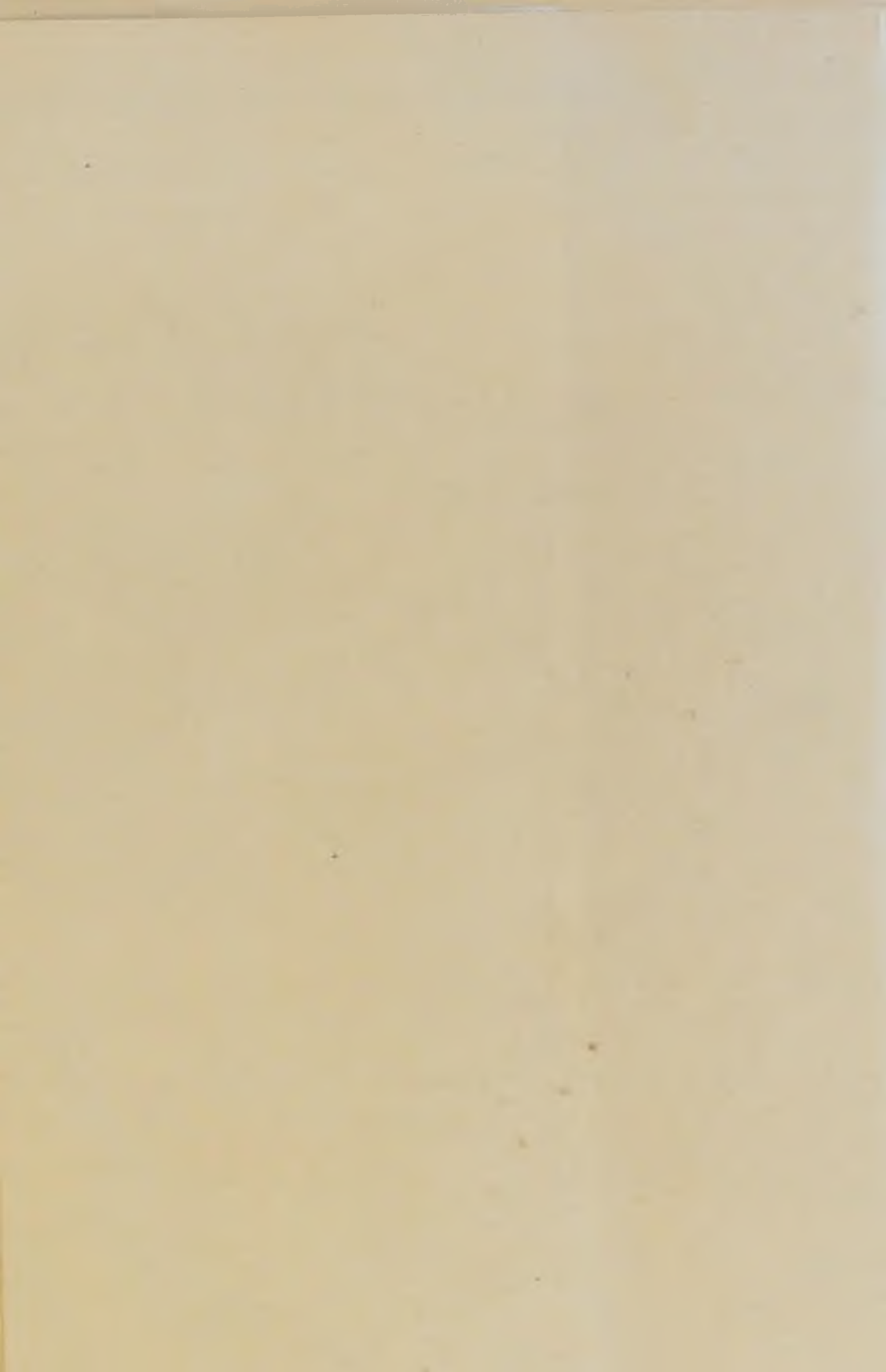
К северу от Тарчинско-Чебаковской впадины и до слияния обоих Июсов располагается холмисто-грядовый массив из девонских песчаников, известняков и конгломератов. Длина массива около 50 км, ширина от 5—6 км в перехватах, до 12—15 км в расширениях. Массив глубоко прорезается широкими сухими долинообразными логами и распадками, расчленяющими его на отдельные холмы и гряды с асимметричными склонами. В южной половине холмы, гряды и ложбины ориентированы в юго-восточном направлении, а в северной части преобладает меридианальная вытянутость. Для всего массива характерны куэстовые формы рельефа. Западные и южные склоны гряд и холмов крутые, часто обрывистые, восточные и северные—пологие. Средняя высота массива 600—700 м, а наиболее высокие вершины превышают 900 м. Самая высокая точка (917 м) лежит к северо-западу от пос. Подзаплот. Второй по высоте является гора Чебаковская (903 м), располагающаяся в 2,5 км восточнее с. Чебаки, и третья вершина (890 м) юго-восточнее пос. Устинкино.

На северной окраине района, от низовьях Черного Июса и до слияния Печищ, развиты те же среднепалеозойские песчаники с холмисто-грядовым рельефом, что и на предыдущем участке. Холмы и гряды вытянуты, главным образом, в северо-северо-восточном направлении. Высота их лежит в пределах 500—700 м. Гряды разделяются широкими долинообразными понижениями, а их склоны прорезают глубокие сухие ложбины. Склоны гряд и холмов крутые, часто асимметричные; вершины округлые или эллипсоидальные. Наиболее выделяющимися орографическими элементами этого участка являются Копьевские торы и Учумо-Печищенская куэстовая гряда. Первые находятся между ст. Копьево и Кагаевским улусом, а вторая тянется от сульфатного завода до оз. Учум, образуя борт древней долины.

Подводя итог краткому рассмотрению основных черт рельефа Черноийюсского бассейна, можно сказать, что поверхность его имеет сложное строение, обусловленное прежде всего литологией и тектоникой слагающих горных пород. Все выдающиеся вершины бассейна образуют наиболее устойчивые к процессам денудации интрузивные тела, а различного рода понижения располагаются в местах развития осадочных и эффузивно-осадочных напластований. В пределах исследуемой площади рельефно выделяется три геоморфологических участка: западный—горно-гольцовый, средний—горно-холмисто-грядовый. Наиболее выдающимися орографическими элементами района являются Верхнеийюсский горный узел, Саралинские горы, хр. Саргая, Кедровско Спасский массив с изикиюльскими водоразделами, Солгонский кряж и Чебаковская куэстовая гряда, резко вырисовывающиеся на местности и на топографических картах.

Схематическая карта орографии района





СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Додин А. Л. — Геология и полезные ископаемые Кузнецкого Алатау, 1948.
 2. Додин А. Л., Гурьянова В. Н. — Основные черты геологического строения центральной части Кузнецкого Алатау и западной окраины Чебаково-Балахтинской котловины. Фонды ЗСГУ, рукопись, 1955.
 3. Монич В. К. — Геоморфологический очерк Кузнецкого Алатау. Тр. тр. Золоторазведка и ин-та Нигризолото, вып. 6, 1937.
 4. Нагинский Н. А., Прошин И. Г. — Геоморфология Знаменитовского района золотоносных россыпей. Фонды тр. Хакасолото, рукопись, 1951.
 5. Нагинский Н. А., Прошин И. Г. — Геоморфологическое описание Знаменитовского района золотоносных россыпей. Фонды тр. Хакасолото, рукопись, т. I, 1954, т. II, 1953.
 6. Обручев В. А. — Геологический обзор золотоносных районов Сибири, часть I, Зап. Сибирь, СПб, 1911.
 7. Стрельман — Геогностическое описание гор, заключающихся между верховьями р. Чулым, в Енисейской губернии. Горный журнал, 1834, ч. III, книга 8.
 8. Толмачев И. П. — Геологическая поездка в Кузнецкий Алатау летом 1902 г. Изв. РГО, т. 39, вып. 4, 1903.
 9. Чураков А. Н. — Кузнецкий Алатау, Изд. АН СССР, 1932.
 10. Эдельштейн Я. С. — Геоморфологический очерк Минусинского края. Тр. ин-та физ. географии, 1936, в. 22, геоморфологические очерки СССР, № 3.
-

*К. И. КОРОЛЁВА,
ст. преподаватель кафедры зоологии-физиологии и
Б. Г. ХАМЕТОВ*

ВЛИЯНИЕ СОКОВ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ, ОБЛЕПИХИ И МАСЛА ОБЛЕПИХИ НА СВОЙСТВА ВОЗБУДИМОЙ ТКАНИ И НА ТЕМП РЕГЕНЕРАЦИИ МЫШЦЫ*)

В предыдущих сообщениях мы излагали результаты своих опытов, проведенных с соком черноплодной рябины и облепихи. В этих опытах было установлено, что сок черноплодной рябины при внутривенном его введении вызвал понижение кровяного давления у теплокровных животных, а при пробе сока черноплодной рябины и облепихи на поврежденные ткани, они несколько ускоряли темп заживления кожно-мышечной раны.

С целью дальнейшего изучения свойств этих соков мы провели ещё ряд опытов. Первая серия опытов была посвящена выяснению изменения возбудимости нервно-мышечного препарата при воздействии на него соком черноплодной рябины.

В качестве исследуемого объекта мы брали нервно-мышечный препарат—икроножную мышцу с седалищным нервом—лягушки.

Порог возбудимости нервно-мышечного препарата определялся путём замыкания и размыкания ключа от руки. Нервно-мышечный препарат, после ряда повторных определений порога возбудимости в рингеровском растворе, переносился в сок черноплодной рябины. За время пребывания препарата в соке несколько раз определялся порог возбудимости, через такой же промежуток времени, как и в рингеровском растворе. Однако, время, через которое определялся порог возбудимости в различных опытах, было различно (от 2—3 до 10 минут). Одновременно мы выяснили действие различной концентрации сока на возбудимость препарата, для чего он применялся в концентрациях 1 : 20; 1 : 10; 1 : 5 (сок готовился на рингеровском растворе).

Для нанесения раздражения составлялась цепь, состоящая из щелочных батарей, индукционной катушки, электродов и ключа. Раздражение наносилось на нерв нервно-мышечного препарата, расположенного на расстоянии одного сантиметра от мышцы.

* В проведении экспериментов принимали участие Ходякова М. М., Пяткова З. А., Хомякова Д., Красноперова Э., Волинчикова М.

Результаты опытов

Возбудимость нервно-мышечного препарата, помещенного в раствор сока черноплодной рябины, изменяется. Характер изменения зависит от концентрации раствора сока, от состояния препарата, а также от продолжительности действия сока. Изменение возбудимости идет не всегда одинаково и в одном направлении. Сказанное продемонстрируем протоколом опыта от 4/XI—1957 г. Из данных опыта видно, что порог нервно-мышечного препарата в рингеровском растворе 76,5 см Р. К., после перенесения (17 часов 12 минут) в сок черноплодной рябины (разведение 1 : 20), порог препарата через 2 минуты равен 65 см Р. К.

через 3 минуты	„	53	см Р. К.
через 4 минуты	„	54	см Р. К.
через 5 минут	„	53,5	см Р. К.

То же самое видно из другого опыта (опыт от 4/XI—1957 г.) Порог препарата в рингеровском растворе 65 см Р. К. В 17 часов 23 минуты препарат переносится в сок черноплодной рябины (разведение 1 : 20), порог препарата через 2 минуты равен 53 см Р. К.

через 3 минуты	„	58	см Р. К.
через 4 минуты	„	62	см Р. К.
через 5 минут	„	62,5	см Р. К.

Такая же картина наблюдается в несколько повышенной концентрации сока (опыт от 27/III—1958 г.). Порог нервно-мышечного препарата в рингеровском растворе 22 см Р. К. Препарат в 20 часов переносится в сок черноплодной рябины (разведение 1 : 15). Порог нервно-мышечного препарата в соке черноплодной рябины в 20 ч. 10 минут равен 21,5 см Р. К.

в 20 ч. 12 минут	равен	20,5	см Р. К.
20 ч. 14 — „ —	— „ —	20,5	см Р. К.
20 ч. 17 — „ —	— „ —	19,5	см Р. К.
20 ч. 20 — „ —	— „ —	19	см Р. К.
20 ч. 23 — „ —	— „ —	18	см Р. К.
20 ч. 27 — „ —	— „ —	18	см Р. К.
20 ч. 30 — „ —	— „ —	18	см Р. К.
20 ч. 34 — „ —	— „ —	18	см Р. К.

Однако, следует заметить, что понижение возбудимости препарата в соке имеет временный характер, она может быть восстановлена при промывании препарата рингеровским раствором. Восстановление возбудимости в рингеровском растворе идет постепенно; при этом она не ограничивается уровнем первоначальной величины, а часто превосходит её. Например. (опыт от 4/XI—1957 г.) порог возбудимости препарата в соке 63,5 см Р. К., а при перересении препарата в рингеровский раствор его возбудимость через одну минуту становится равной 51,5 см Р. К.

через 2 минуты	становится	равной	64	см Р. К.
через 3	„	„	65,5	см Р. К.
через 4	„	„	67	см Р. К.
через 5	„	„	65	см Р. К.

Создается впечатление, что относительно слабое разведение сока (1 : 20) своим последствием способствует рингеровскому раствору повысить порог возбудимости препарата, например, порог препарата в рингеровском растворе 35 см Р. К. В 15 ч. 18 минут препарат переносится в раствор сока черноплодной рябины. Порог препарата в соке черноплодной рябины через 1 минуту равен 30,5 см Р. К.

через 2 минуты равен 32 см Р. К.
через 3 минуты равен 33 см Р. К.
через 4 минуты равен 34 см Р. К.
через 5 минут равен 35,5 см Р. К.

Первое время, как только погруж^ается препарат в раствор сока, его возбудимость падает, но в следующие минуты начинает восстанавливаться и доходит до уровня порога в рингеровском растворе. В 15 ч. 36 минут препарат переносится вновь в рингеровский раствор. Порог препарата через 1 минуту пребывания в растворе Рингера равен — 40,5 см Р. К., через 2 минуты — 41,5 см Р. К., через 3 минуты — 40 см Р. К., через 5 минут — 38 см Р. К.

В 15 ч. 53 минуты препарат переносится вновь в сок черноплодной рябины (разведение прежнее) порог препарата

через 1 минуту 38,5 см Р. К.
через 2 минуты 40 см Р. К.
через 3 минуты 40,5 см Р. К.
через 4 минуты 40 см Р. К.
через 5 минут 40,5 см Р. К.

Как видно из приведенных данных, порог препарата стабилизировался на новом, на более высоком уровне. Он достигает такой величины, какую он имел в рингеровском растворе после своего пребывания в соке черноплодной рябины (см данные, полученные в период опыта в 15 ч. 36 минут) и намного выше первоначальной пороговой величины в соке черноплодной рябины и рингеровском растворе) см. период опыта 15 ч. 28 минут и 15 ч. 20 минт).

Этот же препарат в 16 часов переносится еще раз в рингеровский раствор, порог препарата в растворе Рингера.

через 1 минуту равен 44 см Р. К.
через 2 минуты „ 44 см Р. К.
через 3 минуты „ 41,5 см Р. К.
через 4 минуты „ 41 см Р. К.
через 5 минут „ 42 см Р. К.

Из данных видно, что рингеровский раствор заметно повышает возбудимость препарата, следуя за действием сока черноплодной рябины. Некоторое понижение, затем незначительное повышение возбудимости того же препарата происходит при дальнейшей смене рингеровского раствора соком черноплодной рябины.

Препарат в 16 часов 10 минут переносится в сок черноплодной рябины. Порог препарата в растворе сока

через 1 минуту равен 28 см Р. К.
через 2 минуты „ 38,5 см Р. К.
через 3 минуты „ 36 см Р. К.

через 4 минуты „ 37 см Р. К.
через 5 минут „ 40 см Р. К.

Установив, что периодическое применение сока черноплодной рябины в разведении 1 : 20 благоприятно сказывается на состоянии препарата (этим самым можно повысить возбудимость утомленного препарата в течение продолжительного времени), мы решили в дальнейшем испытать действие сока черноплодной рябины более высокой концентрации (1 : 10,1 : 5). Выяснилось, что разведение сока 1 : 10, примененное на фоне повышенной возбудимости препарата, сказывается неблагоприятно на деятельности нервно-мышечного препарата. Деятельность мышцы прекращается; возбудимость препарата, проделав некоторое колебание в сторону понижения и повышения, исчезает на том же высоком уровне, каким он был до этого.

Применение сока высокого разведения неизменно ведёт к понижению возбудимости препарата. Например (опыт от 12 XI—1947 г.), возбудимость препарата, установленная в физиологическом растворе (45,5 см Р. К.) через 5 минут после пребывания в соке (разведение 1 : 10) падает до 35 см Р. К. В другом опыте (опыт от 13/XI—1957 г.) порог препарата с 59,5 см Р. К. в физиологическом растворе после 5 минутного пребывания его в соке с разведением 1 : 5 до 35 см Р. К. или, например, порог с величины 31 см Р. К. в физиологическом растворе падает до 13 см Р. К. в соке.

Физиологический раствор, напротив, снимая действие сока, восстанавливает возбудимость препарата. Например, порог препарата в соке (разведение 1 : 10) 35 см Р. К., через 5 минут после пребывания препарата в физиологическом растворе его порог становится равным 44 см Р. К., или порог с 41 см Р. К. в соке черноплодной рябины повышается в физиологическом растворе до 44,5 см Р. К. (опыт от 12 XI—1957 г.) Подобную картину мы видим и в других опытах; так порог с 38 см Р. К. в соке черноплодной рябины доходит до 43 см Р. К. в физиологическом растворе (опыт от 13 XI—1957 г.).

Интересным является факт расхождения прямой и не прямой возбудимости мышцы нервно-мышечного препарата. При значительном падении или исчезновении не прямой возбудимости в соке черноплодной рябины или в физиологическом растворе после пребывания его в соке, прямая возбудимость препарата продолжает оставаться на более высоком уровне; например, порог не прямой возбудимости препарата в физиологическом растворе после сока равен 8 см Р. К., а в это время порог прямой возбудимости равен 30 Р. К. (опыт от 13 XI—1957 г.). При дальнейшем нахождении препарата в физиологическом растворе порог не прямой возбудимости начинает восстанавливаться до 13,5 см Р. К., порог прямой возбудимости продолжает оставаться на том же уровне, а именно 30 см Р. К.

II. Опыты, проведенные с облепиховым маслом, показывают, что оно угнетает основные свойства возбудимой ткани. Падение возбудимости нерва идет постепенно, она может быть восстановлена вновь. Порог препарата после перемещения его из масла облепихи в физиологический раствор восстанавливается. Восстановление возбудимости нерва идет также постепенно и почти достигает первоначальной величины. При дальнейшем действии масла облепихи на препарат порог последнего значительно падает, а на низком уровне он стабилизи-

руется. Например, в начале опыта (опыт 31 III—1958 г.) порог препарата в физиологическом растворе в 19 ч. 17 минут был равен 20 см Р. К., а в 20 часов 4 минуты в масле облепихи он равен 11,5 см Р. К. в 20 часов 38 минут в физиологическом растворе он равен 15 см Р. К. а после перенесения в масло облепихи в 20 ч. 45 минут его порог равен 8 см Р. К., в 20 часов 47 минут порог равен 8 см Р. К., в 21 час. 49 мин. порог равен 8 см Р. К.

в 20	"	53	"	"	8 см Р. К.
в 20	"	56	"	"	8 см Р. К.
в 20	"	59	"	"	8 см Р. К.

Затем препарат перенесен в физиологический раствор

в 21 час	порог препарата равен	8 см Р. К.
в 21 час 3 мин.	"	8 см Р. К.
в 21 " 5 "	"	8,5 см Р. К.
в 21 " 10 "	"	11,5 см Р. К.
в 21 " 13 "	"	12 см Р. К.

То же самое обнаруживается и в других опытах. Приведем протокол опыта от 3/VI—1958 г. Порог нервно-мышечного препарата в начале определения в физиологическом растворе:

в 17 час. 41 мин.	порог равен	11 см Р. К.
в 17 " 51 "	"	11,5 см Р. К.
в 17 " 56 "	"	11,5 см Р. К.
в 18 " 05 "	"	11,5 см Р. К.

Препарат затем переносится в масло облепихи. Определение порога дает следующую картину:

порог препарата в 18 час. 15 мин. равен 10,5 см Р. К.

в 18 "	18 "	"	10,5 см Р. К.
в 18 "	27 "	"	9,5 см Р. К.
в 18 "	33 "	"	9,5 см Р. К.
в 18 "	40 "	"	9,5 см Р. К.
в 18 "	42 "	"	9 см Р. К.
в 18 "	46 "	"	9 см Р. К.

В дальнейшем, как в физиологическом растворе, так и в масле облепихи состояние препарата расшатывается, стабилизация порога сменяется колебанием. Порог колеблется как при восстановлении в физиологическом растворе, так и при падении в масле облепихи так, например, порог в физиологическом растворе

в 18 час. 59 мин.	равен	13 см Р. К.
в 19 " 6 "	"	13 см Р. К.
в 19 " 8 "	"	17 см Р. К.
в 19 " 12 "	"	15,5 см Р. К.
в 19 " 16 "	"	14,5 см Р. К.

а в масле облепихи

в 19 час. 24 мин.	порог равен	9,5 см Р. К.
в 19 " 29 "	"	10,5 см Р. К.
в 19 " 33 "	"	9,5 см Р. К.

в 19	"	37	"	"	9,5	см Р. К.
в 19	"	40	"	"	10	см Р. К.
в 19	"	42	"	"	9,5	см Р. К.
в 19	"	45	"	"	10,5	см Р. К.

В следующий период с 19 часов 44 минут до 20 часов 45 минут пребывания препарата в физиологическом растворе порог, хотя немного и восстанавливается (11,5 см Р. К.; 10—12 см Р. К.; 11 см Р. К.; 13 см Р. К.), но восстановление идет не по восходящей кривой, а напоминает колебание температуры в течение суток. В дальнейшем облепиховое масло ещё раз проявляет способность стабилизировать состояние препарата, возбудимость последнего устанавливается на одном, хотя и не особенно высоком уровне. Порог возбудимости препарата в масле облепихи

в 20 час.	53 мин.	равен 10	см Р. К.
в 20	" 58	" "	10,5 см Р. К.
в 21	" 2	" "	10 см Р. К.
в 21	" 8	" "	10 см Р. К.

III. В дальнейшем наше внимание занял вопрос о том, как называется погружение участка нерва, нервно-мышечного препарата в облепиховое масло на непрямую возбудимость, для чего ограниченный участок нерва длиной 1,5 см, погружался в масло облепихи, налитого в парафиновую чашечку. Свободные участки нерва с обеих сторон парафиновой чашечки были опущены в рингеровский раствор. Для установления влияния участка, находящегося в масле облепихи, на возбудимость, возбудимость проверялась путем определения порога с участков нерва, расположенным по обеим сторонам парафиновой чашечки с маслом облепихи. О состоянии возбудимости этих участков судили по сокращению мышцы. Выяснилось, что масло облепихи вызывает изменение в нерве, как своим непосредственным действием на органиченный его участок, так и распространением этих изменений по нерву.

Опыты показывают, что порог с проксимального¹⁾ конца нерва ниже, чем порог с дистального его конца. Различие в порогах не прямой возбудимости нервно-мышечного препарата, определяемых проксимально и дистально при обработке центрального участка нерва маслом облепихи, заметно во всех опытах. Приведем протокол опыта от 19 VI—1958 года. Порог не прямой возбудимости нервно-мышечного препарата в рингеровском растворе 18,5 см Р. К. В 11 часов 27 минут центральный участок нерва погружается в масло облепихи.

Порог с проксимального³⁾
конца нерва

11 ч. 45 мин.—19	см Р. К.
11 ч. 55 " —15	см Р. К.
12 ч. 10 " —16	см Р. К.

Порог с дистального
конца нерва

11 ч. 50 мин.—19	см Р. К.
11 ч. 58 " —19	см Р. К.
12 ч. 12 " —18,5	см Р. К.

¹⁾ проксимальный участок нерва—это отрезок нерва, лежащий ближе к позвоночнику.

²⁾ дистальный участок нерва—это отрезок нерва, лежащий ближе к мышце.

³⁾ возбуждение, возникающее при раздражении проксимального конца нерва, должно проходить обработанный его участок маслом облепихи.

12 ч. 37	"	—14,5 см Р. К.	12 ч. 50	"	—17 см Р. К.
13 ч. 3	"	—12 см Р. К.	13 ч. 6	"	—16 см Р. К.
13 ч. 28	"	—11,5 см Р. К.	13 ч. 32	"	—15 см Р. К.
13 ч. 45	"	—7 см Р. К.	13 ч. 47	"	—13,5 см Р. К.
14 ч. 4	"	—11 см Р. К.	14 ч. 10	"	—13 см Р. К.
14 ч. 20	"	—10,5 см Р. К.	14 ч. 24	"	—12,5 см Р. К.
14 ч. 54	"	—10 см Р. К.	14 ч. 58	"	—12 см Р. К.
14 ч. 22	"	—10,5 см Р. К.	15 ч. 33	"	—12 см Р. К.
15 ч. 50	"	—10 см Р. К.	15 ч. 54	"	—11,5 см Р. К.
16 ч. 25	"	—9,5 см Р. К.	16 ч. 27	"	—11 см Р. К.
16 ч. 45	"	—8 см Р. К.	16 ч. 50	"	—11,5 см Р. К.

Из опытов, проведенных с раствором сока черноплодной рябины и маслом облепихи, явствует, что изменение основных свойств возбудимой ткани происходит вначале под непосредственным влиянием самих действующих веществ, затем под влиянием распространения возникших в участке изменений по нерву. В начале опыта они вызывают повышение возбудимости, например, порог препарата в рингеровском растворе 17,5 см Р. К., а в масле облепихи 19,5 см Р. К. (опыт от 17/V—1958 г.). Другой пример: порог препарата в рингеровском растворе 9 см Р. К., а в масле облепихи 12 см Р. К., или он равен 11 см Р. К. в рингеровском растворе, а в масле 13,5 см Р. К. (опыт от 20 V—1958 г.). То же происходит с соком черноплодной рябины, порог препарата в рингеровском растворе 15 см Р. К., в соке черноплодной рябины 16,5 см Р. К. Изменение возбудимости носит колебательный характер: понижение сменяется повышением, повышение понижением. Наконец наступает торможение, исчезает возбудимость нерва и прекращается на непрямое раздражение сокращение мышцы. Возбудимость нерва и сокращение мышцы прекращается на высоком уровне чувствительности препарата (при пороге 12—13—14 и более см Р. К.), но после промывания препарата рингеровским раствором восстанавливается возбудимость нерва и сократимость мышцы. При восстановлении возбудимости нерва и сократимости мышцы заметные сокращения мышцы наблюдаются при пороге 6—7 см Р. К. (опыт 30/V—1958 г.).

IV. При испытании действия сока черноплодной рябины на возбудимость нервно-мышечного препарата было замечено, что происходит изменение формы и величины мышцы в конце каждого опыта. Это навело на мысль выяснить степень изменения проницаемости препарата по мере пребывания его в испытуемом растворе и зависимость возбудимости от проницаемости.

С этой целью мы проверяли набухаемость нервно-мышечного препарата в растворах соков черноплодной рябины и облепихи, для чего нервно-мышечный препарат взвешивался, определялся порог возбудимости, после чего препарат переносится в раствор сока. Время определения порога и взвешивание препарата производились в разных опытах через различное время. Соки для опытов брались в разведении 1:20, 1:10. В опытах с соком черноплодной рябины выяснилось, что препараты в соке черноплодной рябины обнаруживают набухание в весе. Одновременно с увеличением веса препарата понижается его возбудимость. Для примера приведем протоколы опытов от 23 XI—1957 года (опыт II) и от 18/XII—1957 года (опыт II).

Опыт от 23/XI-1957 года

Дата опыта	Время взвеш. н-мыш. препарата и определение порога	Вес препарата в mgr.	Прибавка в весе	Порог возбуждения в см. расстояния катушек	Примечание
------------	--	----------------------	-----------------	--	------------

Сок черноплодной рябины в разведении 1:10

23/XI 1957	12 час. 24 мин.	1 гр. 740 mgr	—	—	
	12 " 40 "	—	—	16 см	Р. К.
	12 " 50 "	1 гр. 750 mgr	10 mgr	25 см	Р. К.
	12 " 51 "	1 гр. 810 mgr	60 mgr	—	
	13 " 03 "	—	—	18 см	Р. К.
	13 " 05 "	1 гр. 840 mgr	30 mgr	—	
	13 " 15 "	—	—	11 см	Р. К.
	13 " 17 "	1 гр. 890 mgr	50 mgr	—	
	13 " 18 "	—	—	Порог исчез	
	13 " 20 "	1 гр. 910 mgr	20 mgr		

Опыт от 18/XII-1957 года

Сок черноплодной рябины в разведении 1:10

18/XII 1957	12 час. 23 мин.	1 гр. 201 mgr	—	—	
	12 " 25 "	—	—	62 см	Р. К.
	12 " 35 "	1 гр. 276 mgr	75 mgr	50 см	Р. К.
	12 " 45 "	1 гр. 297 mgr	21 mgr	13,5 см	Р. К.
	12 " 55 "	1 гр. 316 mgr	19 mgr	11 см	Р. К.
	13 " 07 "	1 гр. 328 mgr	12 mgr	9 см	Р. К.
	13 " 15 "	1 гр. 334 mgr	6 mgr	7,5 см	Р. К.
	13 " 25 "	1 гр. 359 mgr	25 mgr	Порог исчез	

Как видно из приведенных протоколов опытов, набухание идет быстрее в начале опыта, чем в конце. Возбудимость также выше в начале опыта. Одной из причин понижения возбудимости в конце опыта является, видимо, повышение проницаемости нервно-мышечной ткани. За время опыта (за 62 минуты в опыте от 23/XI-1957 г. и за 56 минут в опыте от 18/XII-1957 г.) нарастание веса препарата достигает 159 (в первом опыте) и 170 (во втором опыте) миллиграмм, что составляет набухаемость препарата в одну минуту 2,5—3 mgr.

Некоторое сходство в изменении физического состояния препарата, наблюдаемое в соке черноплодной рябины, обнаруживается и в растворе сока облепихи.

Набухание в соке облепихи так же, как в соке черноплодной рябины, идет интенсивнее в начале опыта, затем оно замедляется. Возбудимость после резкого нарастания веса препарата начинает падать. Нарастание веса за время опыта достигает (смотри ниже протокол опытов) 240—260 mgr, что составляет темп набухания 2—2,1 mgr за одну минуту.

Опыт от 14/1-1958 года

Дата опыта	Время взвешивания н.мыш. препарата и определение порога	Вес препарата в mgr.	Прибавка в весе	Порог возбуждения в см расстояния катушек	Примечание
------------	---	----------------------	-----------------	---	------------

Сок облепихи в разведении 1:20

14/1- 15 час. 50 мин. 1 гр. 510 mgr — 54 см Р. К.
 1958 г. 16 " 10 " Препарат из раствора рингера переложен в сок облепихи

16	15	1 гр 530 mgr	20 mgr	52,5 см Р. К.
16	25	1 гр 590 mgr	80 mgr	51 см Р. К.
16	35	1 гр 650 mgr	40 mgr	45 см Р. К.
16	45	—	—	51 см Р. К.
16	52	1 гр 700 mgr	50 mgr	—
17	02	1 гр 720 mgr	20 mgr	29,5 см Р. К.
17	13	1 гр 730 mgr	10 mgr	27 см Р. К.
17	23	1 гр 720 mgr	—	19 см Р. К.
17	35	1 гр 730 mgr	—	10 см Р. К.
17	45	1 гр 750 mgr	20 mgr	3 см Р. К.

Раствор облепихи в разведении 1:10 вызывает более быстрое набухание препарата, хотя в разных опытах оно протекает различно. Во многих случаях, очень быстро достигнув максимального нарастания в весе, препарат теряет свою возбудимость. Нарастание веса за время опыта достигает 300—560 mgr., что составляет темп набухания 3,0—4,2 mgr за 1 минуту (см. ниже приводимые протоколы опытов).

Опыт от 15/1-1958 г.

Сок облепихи в разведении 1:10

15/1- 1958 г.	15 час. 15 мин.	1 гр 600 mgr	—	70 см Р. К.	Порог определен в растворе рингера
15	21	1 гр 650 mgr	50 mgr	57 см Р. К.	
15	35	1 гр 710 mgr	60 mgr	54 см Р. К.	
15	45	1 гр 750 mgr	40 mgr	54 см Р. К.	
15	59	1 гр 750 mgr	—	45 см Р. К.	
16	11	1 гр 800 mgr	50 mgr	33 см Р. К.	
16	23	1 гр 820 mgr	20 mgr	26 см Р. К.	
16	31	1 гр 830 mgr	10 mgr	18 см Р. К.	
16	46	1 гр 860 mgr	30 mgr	10 см Р. К.	
16	53	1 гр 900 mgr	40 mgr	Порог исчез	

Опыт от 16 I-1958 года

Сок облепихи в разведении 1:10

16 I-1958 г.	11 час. 45 мин.	2 гр	120 mgr	—	73 см Р. К.	Порог в
	11 " 50 "	2 гр	240 mgr	120 mgr	56 см Р. К.	раство-
	11 " 53 "	2 гр	270 mgr	30 mgr	54 см Р. К.	ре рин-
	11 " 57 "	2 гр	310 mgr	40 mgr	55,5 см Р. К.	гера.
	12 " 01 "	2 гр	340 mgr	30 mgr	60 см Р. К.	Порог
	12 " 08 "	2 гр	380 mgr	40 mgr	58 см Р. К.	опред. в
	12 " 13 "	2 гр	410 mgr	30 mgr	62,5 см Р. К.	соке об-
	12 " 16 "	2 гр	420 mgr	10 mgr	64 см Р. К.	лепихи.
	12 " 20 "	2 гр	440 mgr	20 mgr	62 см Р. К.	
	12 " 24 "	2 гр	460 mgr	20 mgr	31 см Р. К.	
	12 " 28 "	2 гр	500 mgr	40 mgr	34 см Р. К.	
	12 " 32 "	2 гр	510 mgr	10 mgr	33,5 см Р. К.	
	12 " 36 "	2 гр	520 mgr	10 mgr	30 см Р. К.	
	12 " 40 "	2 гр	530 mgr	10 mgr	29 см Р. К.	
	12 " 44 "	2 гр	520 mgr	—	26,5 см Р. К.	
	12 " 48 "	2 гр	540 mgr	20 mgr	27,5 см Р. К.	
	12 " 51 "	2 гр	570 mgr	30 mgr	23 см Р. К.	
	12 " 55 "	2 гр	570 mgr	—	19 см Р. К.	
	12 " 58 "	2 гр	580 mgr	10 mgr	16 см Р. К.	
	13 " 01 "	2 гр	580 mgr	—	14 см Р. К.	
	13 " 05 "	2 гр	580 mgr	—	15 см Р. К.	
	13 " 10 "	2 гр	580 mgr	—	11 см Р. К.	
	13 " 15 "	2 гр	580 mgr	—	12 см Р. К.	
	13 " 19 "	2 гр	600 mgr	20 mgr	11 см Р. К.	
	13 " 24 "	—	mgr	—	9 см Р. К.	
	13 " 27 "	2 гр	610 mgr	10 mgr	9 см Р. К.	
	13 " 34 "	2 гр	600 mgr	—	6 см Р. К.	
	13 " 41 "	2 гр	650 mgr	50 mgr	10 см Р. К.	
	13 " 45 "	—	mgr	—	11 см Р. К.	
	13 " 50 "	2 гр	670 mgr	20 mgr	8,5 см Р. К.	
	13 " 58 "	2 гр	680 mgr	10 mgr	Порог исчез	

Результаты опытов с набуханием нервно-мышечного препарата показывают, что соки черноплодной рябины и облепихи оказывают влияние на проницаемость нерва и мышцы. Высокие концентрации соков сильнее повышают проницаемость, чем слабые. Препараты быстрее прибывают в весе в начале опыта, чем в конце. Возбудимость препарата в большинстве случаев падает постепенно. Возбудимость быстрее падает в высоких концентрациях, чем в слабых. Резкое падение возбудимости препарата имеет место при перенесении его из рингеровского раствора в сок черноплодной рябины или облепихи. Изменение возбудимости препарата в растворах имеет волнообразный характер. Последнее видно из опыта от 16 I-1958 года:

11 час. 53 мин.	порог возбуждения равен	54 см Р. К.
11 " 57 "	" " "	55,5 см Р. К.
12 " 01 "	" " "	60 см Р. К.

1:2	"	08	"	"	"	58 см Р. К.
12	"	15	"	"	"	64 см Р. К.
12	"	24	"	"	"	31 см Р. К.

V. Выяснив значение сока черноплодной рябины для понижения кровяного давления у теплокровных животных, мы провели ряд экспериментов по изучению непосредственного действия сока черноплодной рябины на изолированное по Штраубе сердце холоднокровных животных—лягушки.

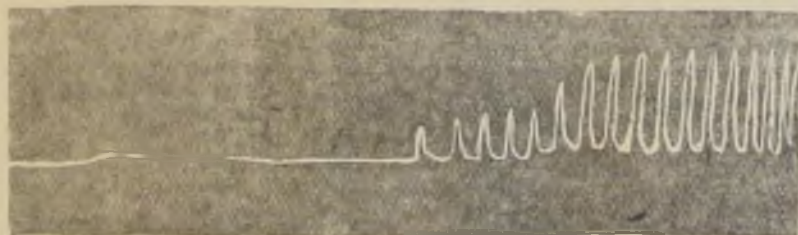
Опыты проводились с марта месяца 1957 года по июнь месяца 1958 года на зимних и весенних лягушках. Сок черноплодной рябины брался в разведении 1:40, 1:20, 1:10. Проведенные опыты показали, что сок черноплодной рябины в разведении 1:10, 1:20 угнетают сердечную деятельность, она выражается в понижении амплитуды и прекращении в дальнейшем сокращения сердца. Различие в действии сока высокой концентрации (1:10) и слабой концентрации (1:20) на сердце состоит в том, что сок высокой концентрации быстрее вызывает остановку сердца, а действие этого раствора сохраняется более длительное время. Однако действие как высокой, так и слабой концентрации снимается заменой сока раствором Рингера, т. е. вызываемые изменения соком черноплодной рябины—обратимые явления. Угнетающее действие сока черноплодной рябины разной концентрации на деятельность сердца видно из ниже приводимых кардиограмм:



Кардиограмма от 6.VI-1958 года.
Разведение сока черноплодной рябины 1:20.



Кардиограмма от 30-V-1958 года.



Разведение сока черноплодной рябины 1:10.

Ещё более слабая концентрация сока черноплодной рябины (1:40) особых изменений в деятельности сердца не вызывает. Сок черноплодной рябины может вызвать повышение амплитуды сокращения или восстановить деятельность сердца, когда деятельность последнего или ослаблена, или прекращена в результате действия на него сока более высокой концентрации.

VI. В предыдущей работе нами было установлено положительное влияние соков черноплодной рябины и облепихи на темп регенерации поврежденной ткани. Нужно было теперь экспериментально доказать действие масла облепихи на скорость восстановления поврежденной ткани. С этой целью нами проведены опыты на кроликах. Результаты этих опытов свидетельствуют о некотором влиянии масла облепихи на темп регенерации поврежденной ткани.

Приведем сводные таблицы по двум сериям опытов — от 28 марта по 15 апреля 1958 года и от 25 апреля по 15 мая 1958 года.

Опыт от 23 III по 15 IV-1958 года.

Наименование животного	Площадь раны	Число дней заживления	Скорость заживления за 1 сутки	Примечание
Кролик № 1	7,5 см ²	17 дней	0,44 см ²	Кролик № 1—2 контрольные Кролик № 4,5,6 подопытные
Кролик № 2	13,3 см	17 дней	0,78 см ²	
Кролик № 4	12 см ²	15 дней	0,8 см	
Кролик № 5	12,6 см ²	17 дней	0,7 см ₂	
Кролик № 6	9,36 см ₂	15 дней	0,62 см ²	

Опыт от 25 IV по 15 V-1958 г.

Кролик № 1	13,69 см ²	19 дней	0,72 см ²	Кролик № 1, 2 контрольные Кролик № 3, 4, 5, 6 подопытные
Кролик № 2	11,47 см ²	16 дней	0,71 см ²	
Кролик № 3	11,84 см ²	15 дней	0,79 см ²	
Кролик № 4	15, 2 см ²	18 дней	0,83 см ²	
Кролик № 5	14,35 см ²	11 ³ дней	1, 3 см ²	
Кролик № 6	12, 8 см ²	15 дней	0,85 см ²	

Таким образом, из приведенных сводных таблиц видно, что у подопытных животных заживление идет быстрее, чем у контрольных животных. У контрольных животных (кролик № 1—2 из опыта от 23 III по 15 IV—1958 г. и кролика № 1 из опыта от 25 IV по 15 V—1958 г.) заживление завершилось за 17—19 дней, а у подопытных (кролик № 5—6 из опыта от 25 IV по 15 V—1958 г. и кролики № 4—6 из опыта от 23 III по 15 IV—1958 г.) оно закончилось за 11—15 дней.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты экспериментов позволяют заключить:

1. Сок черноплодной рябины и облепихи, а также масло облепихи понижают возбудимость нерва нервно-мышечного препарата. Все испытанные вещества вызывают в препарате прежде всего локальные и обратимые изменения.

Масло облепихи не сразу прекращает проводимость перва нервно-мышечного препарата.

2. Набухание нервно-мышечного препарата в соках черноплодной рябины и облепихи свидетельствует об изменении проницаемости ткани. Степень набухания тканей в указанных соках зависит как от концентрации сока, так и от состояния тканей, а также от продолжительности применяемых соков.

3. Сок черноплодной рябины затормаживает деятельность изолированного сердца лягушки. Тормозящее влияние сока черноплодной рябины на сердце тем сильнее, чем выше его концентрация, но это явление обратимое.

4. Масло облепихи ускоряет темп регенерации тканей поврежденного очага у подопытных животных на 0,1 и более квадратных сантиметров за сутки по сравнению с контрольными животными. Поэтому скорость заживления ран у подопытных животных опережает скорости заживления ран контрольных животных на 2—3 и более дней.

5. Временное прекращение возбудимости и сократимости мышцы нервно-мышечного препарата в соках черноплодной рябины и облепихи, а также тормозящее влияние этих растворов на деятельность изолированного сердца лягушки позволяет отнести их к группе агентов, которые вызывают парабиоз, а в определенных условиях выводят ткань из этого состояния. Может быть, этим объясняется волнообразный характер изменений, вызываемых применяемыми соками, и то, что эти изменения обратимые, т. е. деятельность остановившегося сердца, возбудимость и сократимость нервно-мышечной ткани, исчезнувшие в этих соках, восстанавливаются вновь после промывания их рингеровским раствором.

Ускорение темпа регенерации мышечной и соединительной ткани в очаге повреждения не объясняется ли тем, что соки черноплодной рябины и облепихи, в особенности масло облепихи, выводят поврежденные ткани и ткани прилежащих к ним участков из состояния парабиоза и тем самым создают условия для быстреего заживления ран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабаш Г. К. Применение черноплодной рябины при лечении гипертонии. Сборник статей. Горно-Алтайская облбольница, 1956 г.
2. Барабаш Г. К. Применение черноплодной рябины при лечении гипертонической болезни. Тезисы докладов научной конференции физиологов, биохимиков, фармакологов Западно-Сибирского объединения, 1957, стр. 135.
3. Барабаш Т. П. Лечебные свойства черноплодной рябины неоспоримы. Горно-Алтайская областная газета „Звезда Алтая“, № 131, 1 июля 1956 г.
4. Говоров Н. П. и др. Фармакологические данные о народных лекарственных средствах растительного происхождения. Тезисы докладов научной конференции физиологов, биохимиков и фармакологов Западно-Сибирского объединения, 1957 г. стр. 5.

5. Кирсанина Е. Ф. Некоторые данные по биохимии черноплодной рябины.
Ученые записки (выпуск второй) Горно-Алтайского государственного педагогического института, 1957 г., стр. 265—267.
6. Королева К. И., Красноперова Э., Волынчикова М., Корчуганова Г. Влияние черноплодной рябины и облепихи на темп регенерации поврежденной ткани.
Ученые записки (выпуск второй) Горно-Алтайского государственного педагогического института, 1957 г., стр. 278—280.
7. Малыгин М. и Зубова Л. Влияние соков черноплодной рябины и облепихи на темп заживления ожогов.
Ученые записки (выпуск второй) Горно-Алтайского государственного педагогического института, 1957 г., стр. 281—282.
8. Ревенко В. М. Фармакология черноплодной рябины. Труды Омского медицинского института, 1957 г.
9. Хаметов В. Г. и Королева К. И. К вопросу о влиянии сока черноплодной рябины на кровяное давление теплокровных животных.
Ученые записки (выпуск второй) Горно-Алтайского государственного педагогического института, 1957 г., стр. 269—277.
10. Хаметов Б. Г. Черноплодная рябина в медицинской практике.
Горно-Алтайская областная газета „Звезда Алтая“ от 26/VII-1957 г.
11. Хаметов Б. Г., Королева К. И. и др. Тезисы докладов научной конференции физиологов, биохимиков и фармакологов Западно-Сибирского объединения, стр. 102, 1957 г. Томск.

Б. Г. ХАМЕТОВ и С. С. СЕМЕНКИНА

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЦИКЛАМИНА НА ВОЗБУДИМУЮ СИСТЕМУ

Цель настоящей работы—выяснение действия яда цикламина на живую ткань—на нерв и мышцы. Последнее имеет известный интерес, поскольку цикламин, как это выяснилось в последнее время, является ценным ядом в борьбе с различными вредителями сельского хозяйства.

Цикламин представляет собой продукт растения—*Cyclamene legans* Boiss, распространенного в Азербайджанском и Иранском Талышах и встречающегося также в Абхазии и Крыму.

Подземная часть этого растения состоит из корневища, имеющего вид клубня и содержащего яд—цикламин. Яд этот впервые был применен против растительного клещика *Paratetranychus citri* Creg. на цитрусовых культурах.¹

Яд экстрагируется из клубней путем отваривания их в течение 2–3 часов, в соотношении 1 : 5 (на 1 кг. клубней 6 литров воды). Процеженный через марлю отвар клубней имеет горький вкус, бурый цвет и незначительную липкость. При взбалтывании дает стойкую пенистую массу. Отвар имеет слабо кислую реакцию $\text{pH} \sim 5$. Удельный вес его при температуре 20°C равен 1.083.

Цикламин, содержащийся в *Cyclamen elegans* Boiss. с химической точки зрения сравнивают (или даже отождествляют), с сапонином и относят к группе глюкозидов²).

Цикламин, как и сапонин, легко растворяется в воде, но имеет коллоидальный характер. Больше о химических свойствах, особенно о составе этого вещества, ничего неизвестно. Физиологическая характеристика цикламина еще менее известна, чем его физико-химические свойства. В литературе имеется лишь косвенное указание на то, что от его действия разрушаются эритроциты и что на некоторых животных он действует губительно.

М е т о д и к а

1. Для того, чтобы характеризовать действия цикламина с физиологической точки зрения, мы считали необходимым определить дей-

¹ Пыльнов И. В., журнал „Советские субтропики“, № 1, 1938.

² Кречетович Л. М.—Ядовитые растения, их польза и вред, 1931 г.

ствие его на возбудимость ткани, нерва и мышцы. Объектом исследования мы взяли *m. gastrocnemius n. ischiadicus* лягушки (*Rana ridibunda*) среднего размера. У приготовленного нервно-мышечного препарата, путем замыкания и размыкания ключа от руки, определялся порог для прямой и непрямой возбудимости, а затем один препарат помещался в раствор Рингера, другой—в раствор цикламина определенной концентрации.

Растворы цикламина готовились в Рингеровском растворе и употреблялись в концентрациях 1 : 10000; 1 : 5000; 1 : 1000; 5 : 1000; 10 : 1000.

Через некоторое время снова определялись пороги. Время, через которое определялись пороги в различных опытах, было различно. Как это видно, проводимый нами опыт сопровождался параллельной контрольной повторностью. Это давало возможность быстро установить действие цикламина на прямую и непрямую возбудимость препарата. Всего было поставлено 46 опытов.

Результаты наблюдения

Возбудимость нервно-мышечного препарата, помещенного в раствор цикламина (1 : 5000—1 : 10000) изменяется в зависимости от состояния препарата.

Возбудимость у утомленного препарата действия цикламина быстро падает, в то время как возбудимость такого же препарата, помещенного в рингеровский раствор, не только держится на одном уровне, но даже повышается.

Повышение возбудимости наблюдается как при прямом, так и при непрямом раздражении препаратов.

В качестве иллюстрации приводим следующие протоколы опытов.¹⁾

Дата опытов	Время опред. порога раздр.	Непрямая возбудим.	Прямая возбудим. ₂	Примечание
1/XII— 1938 г.				Препарат использовался после работы студентов.
Опыт № 1	17 ч. 20 мин.	16	10	Порог раздражения определялся в Рингеровском растворе после отдыха.
	17 ч. 23 мин.	Препарат переносится в раствор цикламина конц. 1 : 5000.		

¹ Экспериментальная часть работы была проведена в 1937—1939 годах в физиологической лаборатории Куйбышевского гос. пединститута.

² Возбудимость препаратов определялась от санного индуктора Дю-Буа Реймона. Она выражается здесь в расстоянии катушек—Р. К. (первичной от вторичной) в см. при напряжении в цепи 2V.

Дата опытов	Время опред. порога раздр.	Непрямая возбудим.	Прямая возбудим.	Примечание
Опыт № 2	17 ч. 43 мин.	12	6	Порог определяется в рингеровском растворе (препарат не свежий).
	18 ч. 03 мин.	5	отсутств.	
	17 ч. 30 мин.	17	13	
	17 ч. 35 мин.	Препарат не вносится в раствор цикламина конц. 1 : 5000		
Опыт № 3	17 ч. 55 мин.	6	7	Препарат утомленный, но он все время, пока шел опыт, оставался в рингеровском растворе.
	18 ч. 15 мин.	отсутств.	отсутств.	
	17 ч. 40 мин.	12	11	
	18 ч. 00 мин.	19	14	
	18 ч. 15 мин.	20	16	
2/XII— 1938 г.	18 ч. 30 мин.	20	16	
	13 ч. 20 мин.	Непрямая возбудимость исчезла, а прямая еще сохранилась		
8/XII— 1938 г.	13 ч. 10 мин.	15	13	Свежий препарат в рингеровском растворе.
оп. 3				
23/XII— 1938 г.	14 ч. 37 мин.	17	13	В растворе цикламина
	15 ч. 37 мин.	10	12	
	16 ч. 37 мин.	Отсут.	Отсут.	
	13 ч. 10 мин.	15	13	
оп. 3	13 ч. 27 мин.	20	14	В рингеровском растворе.
	14 ч. 27 мин.	21	15	
23/XII— 1938 г.	15 ч. 27 мин.	20	15	В рингеровском растворе.
Оп. 3	16 ч. 27 мин.	16	15	
24/XII— 1938 г.	11 ч. 50 мин.	21	15	В рингеровском растворе.
Оп. 2	12 ч. 50 мин.	15	14	В растворе цикламина
	13 ч. 50 мин.	14	13	
	14 ч. 50 мин.	5	13	
	15 ч. 50 мин.	отсут.	Имеется	

Результаты поставленных опытов привели нас к такому заключению, что возбудимость живой ткани скорее исчезает в растворе цикламина, чем в рингеровском растворе.

В циклаmine возбудимость ткани исчезает в течение несколь-

ких (2—4) часов, а в рингеровском растворе она без изменения, или с небольшими колебаниями, может продержаться днями.

Однако, приходится констатировать тот факт, что препараты, перенесенные заблаговременно из раствора цикламина в рингеровский раствор, сохраняют возбудимость дольше, чем свежий препарат в рингеровском растворе, что видно из следующего протокола.

Дата опытов	Время опред. порога раздр.	Непрямая возбудимая	Прямая возбудимая	Примечание
7/XII— 1938 г.	16 ч. 50 мин.	21	17	В рингеровском растворе.
Оп. IV	17 ч. 10 мин.	Препарат переносится в раствор цикламина конц. 1 : 5000		
	17 ч. 16 мин.	21	13	
	19 ч. 37 мин.	12	12	
	22 ч. 03 мин.	отсутст.	9	
	22 ч. 05 мин.			
		Препарат оставляется на ночь в рингеровском растворе.		
8 XII— 1938 г.	13 ч. 30 мин.	10	13	В рингеровск. раств.
	15 ч. 27 мин.	13	10	В рингеровск. раств.
9/XII— 1938 г.	10 ч. 45 мин.	нет	12	Препарат оставл. на ночь в рингеров. раств.
		Препарат остав. на ночь в рингер. раств.		
10 XII— 1938 г.	8 ч. 55 мин.	нет	8	
	18 ч. 00 мин.	нет	2	

Наблюдения показывают, что цикламин действует различно на нерв и мышцу. Он быстрее и сильнее действует на нерв, чем на мышцу. По-видимому поэтому быстрее исчезает не прямая, чем прямая возбудимость препарата. Нам приходилось наблюдать различие в чувствительности в концах мышцы, (дистальном и проксимальном), а также на тыльной и передней стороне. Это различие остается до полного исчезновения возбудимости мышцы. Во всех случаях дистальный конец оказался менее чувствительным к раздражающему току, чем ее проксимальный конец. Дорзальная сторона (свободная сторона от нервов и крупных сосудов) менее чувствительная по сравнению с вентральной стороной, по которой проходит нерв. Ввиду недостаточности экспериментального материала пока еще это различие не может быть объяснено.

Более продолжительное сохранение прямой, чем не прямой возбудимости мышцы можно объяснить избирательным действием цикламина на нервную и мышечную ткань. Результаты опытов приводят нас к следующему заключению: Во-первых, цикламин вызывает более быстро изменения в нерве, чем в мышце. Во-вторых, мышцы обладают резистентностью в большей степени, чем нервные образования. В силу этих обстоятельств нерв нервно-мышечного препарата, погруженного в раствор цикламина, испытывает изменения раньше, чем

мышца этого препарата; мышца подвергается изменению постепенно по мере проникновения цикламина в мышечное волокно. Ввиду этого мы обнаруживаем расхождение в изменении возбудимости мышцы при прямом и непрямом раздражении препарата.

II. В опытах с выяснением причины расхождения прямой и не-прямой возбудимости нервно-мышечного препарата мы заметили внешнее изменение нерва и мышцы. Поэтому, естественно, у нас возникла мысль; не служит ли изменение формы мышцы причиной изменения возбудимости препарата. Чтобы выяснить этот вопрос мы предприняли серию следующих опытов:

Отпрепарированный препарат нерва, мышцы, или нервно-мышечный препарат, после определения их возбудимости (мышцы или нервно-мышечного), точно взвешивался на аналитических весах и помещался в раствор цикламина или в рингеровский раствор.

Если ставили параллельные опыты, то из двух препаратов один помещался в раствор цикламина, а другой—в рингеровский раствор. Через некоторое время препараты вынимались из растворов и определялись их прямая и непрямая возбудимость. Такие определения проводились периодически до исчезновения возбудимости препаратов.

Препараты, помещенные в раствор цикламина, заметно набухают. Это происходит так быстро, что мышца или нерв изменяют свою форму, эластичность и прибывают в весе, по сравнению с препаратами, находящимися в рингеровском растворе.

Набухание одинаково происходит как у нерва, так и у мышцы с небольшой лишь разницей. Правда, такое различие в поведении нерва и мышцы можно обнаружить и в рингеровском растворе, но эти изменения в рингеровском растворе не оказывают никакого влияния на возбудимость препаратов, в то время, как изменения в растворе цикламина скоро приводят к потере их возбудимости.

Нервный препарат, погруженный в раствор цикламина, быстрее прибывает в весе, чем такой же препарат в рингеровском растворе. Эту картину можно иллюстрировать следующими протоколами опытов.

Опыты проводились в рингеровском растворе с седалищным нервом.

Опыт 21-XI-1938. Первоначальный вес нерва 15 ч. 30 м. 0.032 гр.

Опыт 22-XII-1938. Первоначальный вес нерва 13 ч. 30 м. 0.040 гр.

Опыт 23-XII-1938. Первоначальный вес нерва 17 ч. 50 м. 0.045 гр.

Опыт 24-XII-1938. Первоначальный вес нерва 10 ч. 30 м. 0.040 гр.

Набухание нерва в рингеровском растворе наблюдалось лишь спустя 20—26 часов после его погружения.

30-XII-1938 г. Опыт проводился в растворе цикламина.

11 ч. 50 м.—0.020 (Первонач. вес нерва) 13 ч. 25 м. 0.052 гр.

12 ч. 05 м.—0.037 гр. 13 ч. 45 м. 0.060 "

12 ч. 45 м.—0.045 " 14 ч. 10 м. 0.058 "

15 ч. 05 м. 0.038 "

Как видно, набухание нерва в рингеровском растворе, протекает очень медленно (через 20—26 часов), в то время, как в растворе цикламина он обнаруживает набухание весьма быстро. Нерв, вскоре достигнув максимума своего набухания, затем начинает убывать в весе, чего мы не наблюдаем в рингеровском растворе.

Характер изменения мышцы в растворе цикламина несколько отличается от такового же в рингеровском растворе. Мышца в рингеровском растворе в начале опыта несколько убывает в весе, вслед затем происходит компенсация потерянного веса и вес ее немного увеличивается по сравнению с первоначальным. Прибыль же в весе мышцы в цикламине идет гораздо сильнее, быстрее и без предварительного отбухания. В качестве демонстрации приводим следующие протоколы опытов.

Время проверки	Вес в грам.	Время проверки	Вес в гр.	Примечание
Опыт 16/XII— 1938 г.		Опыт 30/XII— 1939 г.		
Опыт ведется в рингеровск. раств. Опыт вед. в раств. цикламина				
16/XII—2ч. 45м.	1.21 гр.	12 ч. 00 м.	1.002	исходи. вес
1938 г.				
Опыт переносится на другой день.				
17/XII—	12 ч. 00 м. 1.077 гр.	12 ч. 10 м.	1.096	
1938 г.	14 ч. 00 м. 1.101 гр.	12 ч. 25 м.	1.130	
	14 ч. 45 м. 1.201 гр.	12 ч. 45 м.	1.190	
		13 ч. 05 м.	1.222	
		13 ч. 25 м.	1.269	
		13 ч. 45 м.	1.292	
		14 ч. 05 м.	1.298	
		14 ч. 45 м.	1.310	
		15 ч. 10 м.	препарат был переложен в рингеровский раствор	
		15 ч. 20 м.	1.255	
		16 ч. 30 м.	1.220	

Как видно, набухание мышцы в рингеровском растворе идет с большим затруднением и обнаруживается только на другой день, тогда как в цикламине оно наступает очень быстро и быстро прогрессирует. Перенесение препарата из раствора цикламина в рингеровский раствор приостанавливает дальнейшее его набухание и вызывает обратный ему процесс — отбухания.

При проведении подобного рода опытов и переложении препарата из раствора цикламина в рингеровский, нам часто приходилось наблюдать, как вновь восстанавливается прямая возбудимость мышцы.

Время определения возбудимости препарата	Непрям. возбудим.	Прямая возбудим.	Вес преп. в граммах	Примечание
Оп. № 1 24/XII— 1938 г.	12 ч. 20 м.	20 Р. К. 13 Р. К.	1.672 гр.	в ринг. раств.
	12 ч. 25 м.	преп. перелож. в раствор цикламина		

Время определения возбудимости препарата	Непрямая возбудим.	Прямая возбудим.	Вес преп. в граммах	Примечания
12 ч. 45 м.	15	8	1.949 гр.	
14 ч. 30 м.	нет	5	2.020— „ —	
14 ч. 45 м.	нет	5	2.012— „ —	
2 ч. 46 м.	преп. перелож. в раствор Рингера			
3 ч. 20 м.	нет	нет	1.977 гр.	
25 XII— 1938 г.	Продолжение опыта в рингеровском растворе.			
9 ч. 45 м.	нет	5	1.872 гр.	
13 ч. 42 м.	нет	6	1.855— „ —	
13 ч. 45 м.	преп. перелож. в раствор цикламина			
14 ч. 50 м.	нет	нет	1.999 гр.	

Препарат, вновь переложенный из раствора Рингера в раствор цикламина, как показывают протоколы опытов, снова начинает набухать и безвозвратно утрачивает свою возбудимость.

Есть основание предполагать, что мышцы в растворе цикламина теряют возбудимость и способность сокращаться вследствие развития в миоплазме особого состояния (парабиоза), вероятно, физико-химической природы и в силу чрезмерного набухания мышечных волокон. Но мышцы после переложения ее из раствора цикламина в рингеровский раствор, когда же происходит ее отбухание, она снова приобретает свойства возбуждаться и сокращаться, утерянные ранее под влиянием цикламина.

Таким образом, опыты показывают, что ослабление, а затем исчезновение возбудимости и сократимости мышцы связаны с протекающими физико-химическими изменениями в мышечных волокнах, в их плазме и сократительных элементах.

III. Следующим этапом работы явилось исследование влияния цикламина на работу изолированного сердца.

Исследования производились на изолированном сердце лягушки (*Rana ridibunda*). Оно изолировалось обычным способом и запись сокращения производилась по методу Штрауба-Березина. Произведено 22 опыта. Результаты этих опытов следующие:

Сердечная деятельность от действия цикламина ухудшается. Это ухудшение выражено во всех опытах в виде понижения амплитуды и урежения ритма сокращения сердца. Правда, оно не у всех препаратов выступает одинаково; у некоторых оно наступает сразу, тогда как у других лишь через некоторое время, иногда полное ухудшение проявляется после видимого и незначительного повышения амплитуды сокращения сердца.

Конечным результатом действия цикламина на сердце является полное растройство и прекращение его деятельности.

Ухудшение и растройство сердечной деятельности стоит в прямой зависимости от концентрации растворов цикламина.

При достаточно концентрированных растворах (1 : 1000) амплитуда сокращения сердца довольно быстро идет на убыль и через небольшой промежуток времени (10—15 сек.), достигая минимальной величины, начинает затем восстанавливаться и скоро доходит до своей первоначальной величины.

Однако такое повышение амплитуды сокращения обнаруживается не у всех препаратов, и если обнаруживается, то бывает временным и непродолжительным, снова сменяется понижением амплитуды сокращения сердца и полным ослаблением сердечной деятельности.

Слабо изменяется деятельность сердца при применении малых концентраций, эффект их действия менее выражен, почти не отличаясь от действия рингеровского раствора. Быстрота нарушения сердечной деятельности от действия раствора цикламина зависит также от времени пропускания его через сердце. Если раствор пропускается тотчас после изолирования сердца, или до полного установления ритма и амплитуды его сокращений, то нарушается ритм синусного узла или даже деятельность последнего выключается совсем.

Глубина нарушения сердечной деятельности находится в прямой зависимости от продолжительности действия цикламина, т. е. чем дольше он действует, тем труднее восстанавливается его деятельность.

Сердечная деятельность, нарушенная влиянием цикламина на мышечные и нервные образования сердца, относительно легко восстанавливается при пропускании через сердце рингеровского раствора. Это действие рингеровского раствора основывается на том, что он, омывая мышечные и нервные клетки сердца, снимает угнетающее и тормозящее действие цикламина; причем быстрота восстановления работы сердца рингеровским раствором зависит от концентрации раствора, примененного до рингера. Гораздо труднее восстановить работоспособность сердца, утраченную под действием раствора сильной концентрации.

Нам удалось обнаружить различие в действии цикламина еще в зависимости от состояния сердца: его действие медленно и неполностью снимается, если он применяется тотчас как только изолируется сердце; так как цикламин быстро вызывает в этом случае очень глубокие изменения. Напротив, цикламин, примененный на фоне понижения амплитуды сокращений и ослабления деятельности сердца вообще, активизируя сердце, повышает его деятельность и удлиняет работоспособность. Поэтому у сердца, переключенного на рингеровский раствор, после непродолжительного действия на него цикламина, повышается амплитуда сердечных сокращений, улучшается и удлиняется его работоспособность.

IV. В последнюю серию опытов входит работа по изучению влияния цикламина на сердце теплокровных животных—кошек; опыты проводились по методу Лагендорфа. Для работы брали растворы в концентрациях: 1:1000, 1:200, 1:100. Проведено было 18 опытов.

Результаты опытов данной серии говорят лишь о некотором сходстве с результатами, полученными на сердце лягушки.

Как уже указывалось выше, цикламин на сердце лягушки сразу же действует угнетающим образом, тогда как в опытах с кошками он в начале возбуждает и лишь затем угнетает деятельность сердца. Это выступало неизменно во всех опытах данной серии.

Действие цикламина в этой серии опытов заметно выражено в урежении ритма сокращения и в полной остановке деятельности сердца, в то время как у лягушки цикламин больше действует на амплитуду, чем на ритм сокращения сердца.

Из результатов опытов видно, что после непродолжительного

повышения амплитуды и небольшого нарушения ритма сокращения сердца, деятельность последнего прекращается совершенно.

Этот факт, очень часто наблюдающийся на сердце кошки, очень редко (при той же концентрации раствора) обнаруживается на сердце лягушки. Такое действие цикламина на сердце лягушки можно считать почти обратимым, так как после замены цикламина раствором рингера деятельность восстанавливается, в то время как в опытах с кошками деятельность сердца полностью восстановить не удается.

Такая четырехфазная реакция сердца кошки, обнаруживаемая под воздействием цикламина, говорит, что мы здесь имеем дело с более сложным образованием и по структуре и функционально, и что сердце теплокровных более чувствительно к действию яда (реагирует на более слабые концентрации цикламина), чем сердце холоднокровных животных. Поэтому реакцию сердца, вызванную под влиянием тех или иных веществ, нужно определить той возможностью, которая осуществляется в ходе изменения процессов, протекающих в очень сложной форме в его проводящей и мышечной системах, с выявлением стадии парабриоза.

Из приведенных данных видно, что цикламин в таком виде, в каком мы его получали (в жидком), действует на все стороны сердечной деятельности, т. е. действует отрицательно хронотропно, инотропно, батмотропно, тонотропно, и в некоторых случаях обнаруживается положительно инотропное и тонотропное действие и никогда не обнаруживается положительно хронотропное действие, отрицательно дромотропное действие цикламина, хорошо выраженное в опытах с нервно-мышечными препаратами.

Результаты проведенных опытов над изолированными органами дают возможность предполагать, что добываемый яд — цикламин из клубня растения *Cyclamen elegans* Boiss является комплексным веществом и он действует, в большинстве случаев, на изолированное сердце подобно избытку калия, а на нервно-мышечный препарат — как парабриотик.

Для того, чтобы точно и конкретно установить его действие на физиологические объекты, желательно было бы определить его химическую структуру и получить в химически чистом виде.

Р Е З Ю М Е

Опыты, произведенные с целью выяснения действия цикламина на живую систему (нервы, мышцы, изолированное сердце холоднокровных и теплокровных животных), показывают:

1) Возбудимость у препаратов, оставленных на долгое время в растворе цикламина, исчезает скорее, чем в рингеровском растворе; быстрее исчезает она у утомленных препаратов, чем у свежих.

2) Непродолжительное действие цикламина на препараты способствует более продолжительному сохранению их возбудимости даже по сравнению с сохранением ее в рингеровском растворе. В этом случае цикламин выступает как стимулятор.

3) Непрямая возбудимость препаратов быстрее исчезает, чем

прямая. Это объясняется некоторым различием резистентности и структурными особенностями нервной и мышечной ткани.

4) Нерв и мышца в цикламине одинаково быстро набухают. Если признаки набухания в рингеровском растворе обнаруживаются через 20—26 часов, то в цикламине они обнаруживаются через 15—20 минут. С этим согласуется ранее установленное положение о быстром исчезновении возбудимости препаратов в цикламине и продолжительном сохранении возбудимости последних в рингеровском растворе.

5) Исчезновение возбудимости и сократительной способности мышцы при кратковременном пребывании ее в растворе цикламина имеет характер временного и обратимого процесса.

6) Понижение и полное исчезновение возбудимости и сократимости мышцы нервно-мышечного препарата стоят в прямой зависимости от набухания и в цикламине; при отбухании препаратов в рингеровском растворе они восстанавливаются вновь.

7) Урежение ритма и понижение амплитуды сокращения сердца наступает через кажущиеся улучшения. Нарушение сердечной деятельности наступает тем скорее, чем сильнее концентрация раствора цикламина и чем продолжительнее он действует. Кроме того, характер его действия зависит еще от состояния препарата, поэтому он не всегда вызывает одинаковый эффект.

Таким образом экстракт растения *Cyclamen elegans* Boiss является любопытнейшим парабиозовывающим, а в некоторых случаях даже выводящим из этого состояния агентом.

А. И. КОВРИГИН

Ассистент кафедры зоологии-физиологии.

ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫЕ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ГОРНО-АЛТАЙСКОЙ ОБЛАСТИ.

Горно-Алтайская автономная область, площадь которой равна 92,6 тыс. кв. км., входит в состав Алтайского края.

На севере Горный Алтай граничит с Кемеровской областью, на востоке—с Хакасской и Тувинской автономными областями, на юге—с Монгольской и Китайской Народными Республиками, на юго-западе—с Казахской ССР и северо-западе—с Чарышским, Солонешенским, Алтайским, Грязнухинским, Старобардинским, Солтонским районами Алтайского края.

Здесь мы можем встретить вершины гор, покрытые вечными льдами, богатые горные долины с произрастающей там высококачественной древесиной—кедром, лиственницей, сосной, елью, различного вида лиственными породами деревьев, дикорастущими ягодниками, декоративными растениями, пышными зелеными лугами и альпийской растительностью.

Весь этот комплекс разнообразной растительности, рельефа, горных рек области, создает разнообразную энтомофауну.

В задачу настоящего сообщения входит, с одной стороны, обобщение данных о гемиптерофауне некоторых районов области, с другой стороны—о вредителях кормовых, овощных и дикорастущих растений. Все это имеет важное практическое значение для сохранения прочной кормовой базы, так как Горно-Алтайская автономная область занимает видное место в Алтайском крае по развитию животноводства.

В отчетном докладе ЦК КПСС на XX съезде партии указано, что „В ряду мероприятий по подъему животноводства особо важное место занимают вопросы увеличения производства кормов. Задача состоит в том, чтобы одновременно с увеличением производства зерна и всемерным расширением производства кукурузы, что является главным, развивать, посеив многолетних трав, например, клевера, люцерны и др.“

Выявление основных вредителей кормовых растений и овощных культур и их дальнейшее изучение даст возможность разработать эффективные меры борьбы с ними; что будет способствовать подня-

тию урожайности зеленой массы сена и семян вышеуказанных растений.

С этой целью нами в различных районах области проводилась работа по выявлению основных вредителей кормовых и овощных культур и дикорастущих растений

Сборы и наблюдения за насекомыми, в частности с полужесткокрылыми клопами проводились как на культурных растениях — капусте, кормовой свекле, кукурузе, клевере, люцерне, так и на дикорастущих кормовых травах.

На указанных растениях собраны вредители, относящиеся к различным отрядам насекомых, из них наиболее многочисленными являются представители полужесткокрылых клопов.

Из отряда полужесткокрылых отмечены: капустный, расповый, разукрашенный, сибирский, даурский, свекловичный, люцерновый, травяной, ягодный, горный, полосатый, щавелевый, хлебный, маревой и др. клопы.

Указанные насекомые и их личинки сосут нежные части стеблей, листья, бутоны и завязи культурных и дикорастущих растений; в результате вредоносной деятельности завязи и бутоны опадают. Например, при большом появлении клопов, урожай сена, семян кормовых растений значительно снижается.

В 1955 году в весенне-летний сезон наблюдалось большое распространение клопов на клевере, люцерне и травах в Майминском, Чойском и Турачакском районах.

При сравнении видового состава и численности клопов вредителей кормовых и диких трав и овощных культур на различной высоте над уровнем моря устанавливаются некоторые закономерности их распространения. По мере возвышения местности над уровнем моря некоторые виды клопов редко встречаются. Например, в окрестности колхоза им. Сталина, в селе Анос, Эликманарского района на высоте более 1000 метров над уровнем моря клопы-вредители встречаются значительно реже, чем в селе Майме Майминского района, расположенном на высоте 300 м над уровнем моря.

Видовой состав клопов-вредителей овощных и кормовых растений изменяется в зависимости от вида возделываемой культуры и от высоты местности; это особенно хорошо было заметно на подсобном хозяйстве ртутного рудника села Манжерок, расположенного, примерно, на высоте 500 м над уровнем моря. Наиболее богатыми по количеству видов и по населенности вредными клопами оказались посевы капусты, свеклы, клевера, люцерны и др. С 1954 года нами установлено по некоторым районам области, включая окрестности города, до 60 видов насекомых-вредителей. Из них значительное место занимают тля, клопы, долгоносики, шелкоуны и крестоцветные блошки. Все эти вредители снижают урожай овощных культур, зеленой массы и семян растений.

Материалом для статьи послужили сборы, проведенные автором и студентами Горно-Алтайского педагогического института в 1954—1957 гг. в период летней учебно-полевой практики по курсу зоологии беспозвоночных животных. Определение насекомых проверил профессор зоологического института Академии наук СССР А. Н. Кириченко, за что автор выносит ему глубокую, душевную благодарность.

За период исследования (1954—1957 гг.) в Горно-Алтае выявлено из отряда полужесткокрылых 70 видов. Литературных сведений о фауне полужесткокрылых по Горному-Алтаю нет.

Учитывая огромную территорию Горно-Алтайской автономной области, сборы клопов ограничивались и проводились в окрестности г. Горно-Алтайска, в Майминском, Чойском и частично в Эликманарском и Турачакском районах. Поэтому, список нижеприведенных клопов не является полным и исчерпывающим всей его полноты, и требует дальнейшего исследования.

Обзор видов

Природные условия окрестностей г. Горно-Алтайска довольно разнообразны,—здесь мы можем видеть горы, горные долины, с произрастанием овощных культур, пышной травой, древесно-декоративной и культурной растительностью. Окрестности города и сам город опоясан горным валом с вершинами и представляет собою как-бы огромный котлован, прорезанный горными долинами. По долинам узкой лентой и с большими изгибами протекает реки Майма и Улала.

Территория города и его окрестности расположены на высоте 377—800 м над уровнем моря. Город разделен р. Майма на две части: юго-западную и северо-восточную. В юго-западной части города расположена гора „Комсомольская“. Северный склон горы крутой, угол наклона 45—50 градусов. Растительность богатая, травостой средний, почва образована мощным слоем чернозема.

Наиболее распространенными и серьезными вредителями трав являются клопы различных видов из отряда полужесткокрылых. Так, 15 июня 1956 года при кошении на 100 взмахов в сачок нередко попадало 50—70 клопов, как взрослых форм, так и их личинок. Плотность клопов в это время не превышала 2—7 экземпляров (отдельных видов) на 100 взмахов сачка. Распределяются они следующим образом:

лугового (<i>Lygus pratensis</i> L.)	— 7,
горного (<i>Dolycoris pennicillatus</i> Harv.)	— 4,
ягодного (<i>D. vaccarum</i> L.)	— 4,
полосатого (<i>Graphosoma italicum</i> Müll.)	— 5,
щавелевого (<i>Mesocerus marginatus</i> L.)	— 2,
и др. видов	— 28.

Северо-восточная часть города Горно-Алтайска представляет собой южный склон правого берега реки Маймы с экспозицией на юг, травостой средней густоты. Южные предгорные склоны горы „Тугая“ хорошо прогреваются солнцем. Активность и плотность клопов в данной местности проявляется значительно больше, чем в местах северного склона горы „Комсомольской“. Например, 20 июня 1956 года при кошении на 100 взмахов в сачок попадало от 80—110 клопов как взрослых форм, так и их личинок. Плотность отдельных видов достигала от 1 до 17 экземпляров. По видам они распределились так:

луговой (<i>L. pratensis</i> L.)	— 14,
горный (<i>D. pennicillatus</i> Harv.)	— 3,

люцерновый (<i>Adelphocoris lineolatus</i> G.)	— 6.
щавелевой (<i>M. marginatus</i> L.)	— 1,
полосатый (<i>G. italicum</i> Müll.)	— 17,
ягодный (<i>D. vaccarum</i> L.)	— 2,
северный (<i>Eurydema dominulus</i> Scap.)	— 2.
маревоый (<i>Pisma quadrata</i> Fieb.)	— 7,
и других видов клопов	— 35.

Из приведенных данных видно, что господствующее положение занимают клопы — полосатый (*G. italicum* Müll.), и луговой (*L. pratensis* L.).

Естественно, возникает вопрос, что способствовало преобладанию вышеуказанных клопов? Во-первых, растительный покров горы „Тугая“ в систематическом отношении растений довольно разнообразен. В предгорной зоне гора „Тугая“, в начале летнего сезона небольшими, отдельными пятнами произрастают зонтичные растения, которые являются излюбленной пищей полосатых клопов.

Во-вторых, предгорная часть горы „Тугая“, в начале летнего сезона покрывается ковром цветов, которые очень охотно используются луговыми клопами.

Нашими наблюдениями установлено, что взрослые клопы и их личинки при сосании растений вызывают уродливость стеблей, листьев и цветов. Поврежденные листья несколько скручиваются, а бутоны не раскрываются или дают деформированные лепестки и цветки.

Для сравнения плотности и активности клопов предгорной зоны окрестностей Горно-Алтайска (гор. „Комсомольской“ и „Тугая“) нами проведен учет клопов на клеверном участке колхоза им. Сталина, Майминского района. Участок расположен по правую сторону р. Катунь. Северо-восточная часть участка хорошо защищена от ветра горным холмом, юга-западная часть участка примыкает к Чуйскому тракту, где произрастает древесная растительность, естественная и искусственно насажденная. Участок окружался густым травостоем сорной растительности. На данном участке 22 июня 1956 г. при кошении на 100 взмахов в сачок попадало 500—600 клопов, как взрослых форм, так и их личинок. Плотность отдельных видов достигала от 4 до 400 экземпляров. Распределяются они так:

1. Луговой (<i>L. pratensis</i> L.)	— 350 — 400
2. Люцерновой (<i>A. lineolatus</i> Goeze.)	— 50 — 60
3. Распис-люцерновой (<i>Brachycolus scriptus</i> F.)	— 25 — 30
4. Эрпотика (<i>Notostira erratica</i> L.)	— 20 — 25
5. Долобрата (<i>Miris dolobratus</i> L.)	— 10 — 12
6. Зеленый свекловичный (<i>Orthotylus flavosparsus</i> Sah.)	— 8 — 10
7. Маревоый (<i>P. quadrata</i> Fieb.)	— 6 — 7
8. Зеленый клоп (<i>Palomena prasina</i> L.)	— 6 — 7
9. Полосатый (<i>G. italicum</i> Müll.)	— 3 — 4
и другие виды клопов	— 45.

Таким образом, вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что плотность клопов на клеверном участке во много раз превышает плотность предгорных зон „Комсомольской“ и „Тугая“.

астичный сбор полужесткокрылых клопов проводился на протяжении 1954—1957 гг. в различных пунктах области. В результате сбора и наблюдений мы выявили следующий состав полужесткокрылых:

Сем. ВОДЯНЫЕ СКОРПИОНЫ — NEPIDAE

1. *Nepd cinired* L. — обыкновенный водяной скорпион обитает в оз. Манжерок, Айское, в заливных местах сел: Майма, Нижняя Соузга, Кызыл-Озек и Карасук:

Сем. ГЛАДЫШИ — NOTONECTIDAE

2. *Notonecta glauca* L. — Гладыш обыкновенный обитает в заливных местах р. Катунь окрестностей Маймы, в оз. Манжерок, Айское и др. местах области.

Сем. ВОДОМЕРКИ GERRIDAE

3. *Aquaris paludum* F. — Водомерка болотная.

4. *Gerris lacustris* L. — Водомерка прудовая; довольно широко распространены, как первая, так и вторая по болотам и прудам Горного-Алтая.

Сем. ПЛАВТЫ — NAVCORIDAE

5. *Naucoris cimicoides* L. — Плавт обыкновенный, широко распространен по озерам, прудам и болотам Горного Алтая.

Сем. ТРАВЯНЫЕ КЛОПЫ ИЛИ СЛЕПНЯКИ — MIRIDAE

6. *A. lineolatus* Gocze. — Люцерновый клоп, довольно широко распространен по долинам Майминского, Чойского, Турачакского и Эликманарского районов. В низменных местах горных долин в конце августа откладывает яички в стебли клевера, люцерны и дикие травянистые растения. Зимует в стадии яйца.

7. *B scriptus* F. — расписной люцерновый клоп встречается в массовом количестве на клевере, люцерне и диких травах. На агробиоучастке Горно-Алтайского пединститута 21 июля 1957 г. на 100 взмахов в сачок попадало более 600 экземпляров. Данный вид является серьезным вредителем кормовых трав.

8. *L. pratensis* L. — луговой клоп, встречается повсеместно, зимует в лиственном лесу под опавшими листьями. В мае и июне встречаются отдельные экземпляры, массовое появление падает на вторую половину июля и августа. Особенно их много встречается на клевере, люцерне, обыкновенном тысячелистнике, в меньшей степени на кукурузе и подсолнечнике.

9. *A. seticornis* F. — отмечен на агробиоучастке 21/7—1955 г., в окрестности Артыбаш, Турачакского района 25/6—1955 г., в саду колхоза им. Сталина, Майминского района 22/6—1956 г. Клоп многоядный, повреждает культурные растения: клевер, люцерну, вику, горох и эспарцет.

10. *Stenodema* (s. str.) *sibiricum* Ber.—зимует под опавшими листьями. В солнечные теплые дни часто встречается на зеленых злаках и на клевере на полях Кызыл-Озек, агробиоучастка Горно-Алтайского пединститута.

11. *Exolygus pratensis* L.—встречается на агробиоучастке (23/8—1956 г.), на полях колхоза им. Сталина, Майминского района (22/6—1956 г.), в окрестностях оз. Манжерок 23/7—1956 г. С наступлением тепла с дикой растительности переходит на культурные бобовые растения, до некоторой степени приносит им вред.

12. *L. (orthops) kalmi* L.—зимует в лиственном лесу в наземной части ствола подо мхом и опавшими листьями. Отмечен на стадионе „Спартак“ г. Горно-Алтайска 16/7—1956 г., на „Комсомольской“ горе города 16/7—1956 г. Заметный вред приносит диким и культурным травам.

13. *Trigonotylus ruficornis* Geoffr.—клоп хлебный встречается на агробиоучастке пединститута, на полях колхоза им. Сталина, Майминского района, на полях села Суртайка, Сросткинского района Алтайского края. С появлением весеннего тепла обитает на диких злаковых растениях, затем переходит на яровые культуры—пшеницу и ячмень.

14. *N. erratica* L.—странствующий клоп, отмечен на агробиоучастке пединститута 21/7—1957 г., в саду колхоза им. Сталина, Майминского района 22/6—1956 г., на полях села Кызыл-Озек 20/6—1954 года.

15. *Poeciloscytus cognatus* Fieb.—свекловичный клоп, обнаружен на полях колхоза им. Сталина, Майминского района 10/8—1955 г., на полях села Суртайка, Сросткинского района, Алтайского края, на агробиоучастке пединститута 21/7—1957 г. Данный вид приносит существенный вред свекле.

Сем. КЛОПЫ-ОХОТНИКИ—NABIDAE

16. *Nabis flavomarginatus* Schl.—встречается часто в горных долинах Эликманарского, Чойского, Турачакского и Майминского районов.

17. *N. (s. str.) rugosus* L.—обитает на травянистых растениях. Распространен в тех местах, что и предыдущих.

18. *N. ferus* L.—встречается в окрестностях г. Горно-Алтайска, Кызыл-Озек и Манжерока, Майминского района.

19. *Stalia annae* Scop.—встречается редко. Найден у подножья г. Тугая, окрестности Горно-Алтайска.

Сем. PIESMIDAE

20. *Piesma quadrata* Fieb.—встречаются редко. Зимует в лиственном лесу под опавшими листьями, под корой березовых пней и трухе около клена на стадионе „Спартак“ г. Горно-Алтайска 10/8—1956 года.

Сем. КРАСНОКЛОПЫ—PYRRHOCORIDAE

21. *Pyrrhocoric apterus* L.—с появлением теплых весенних дней мы можем видеть на освещенной стороне заборов, пней и домов ползаю-

щих красных клопов. Живут колониями. Питаются различными остатками гниющих растений и животных.

Сем. ЗЕМЛЯНЫЕ КЛОПЫ — MYODOCHIDAE

22. *Rhyparochromus (Graptopeltus) adpersus* Mul.—отмечен в городском парке Горно-Алтайска, 5/6—1955 г., в Кызыл-Озек, 16/8—1956 г. Майминского района.

23. *Rh. (s. str.) pin.* L.—зимует в лиственном лесу под опавшими листьями и на пнях березы под мхом. Встречался в городском сквере г. Горно-Алтайска, 26/7—1956 г., в Манжероке, Майминского района, 22/6—1957 г.

24. *Heterogaster cathariae* Sehill—обнаружен на лугу вблизи детской технической станции г. Горно-Алтайска, 25/7—1957 г.

25. *Platyplax salviae* Schill.—зимует под опавшими листьями березы, осины, тополя и др. При кошении сачком на зеленых диких злаках нередко попадало несколько экземпляров (Чоя 10/6—1957 г.).

26. *Pamera fracticallis* Sehill.—отмечен на берегу реки Иша вблизи моста среди растительности на влажном грунте 26/6—1957 г.

27. *Stygnocoris rusticus* Fall.—встречался на агробиоучастке Горно-Алтайского пединститута, 25/7—1956 г., а на злаках и полыни, 26/8—1956 г.

Сем. ПОМБОВИКИ — COREIDAE

28. *Nemocoris falleni* Sehl.—встречается редко, в окрестности Горно-Алтайска; 1/6—1955 г., на полях колхоза им. Сталина, Майминского района 22/6—1956 г.

29. *Coreus marginatus* L.—широко распространен в Майминском, Чойском, Турачакском, Эликманарском и др. районах области. Часто встречается на конском щавеле.

30. *Mesocerus marginatus* L.—отмечен в тех местах, что и предыдущий.

31. *Coreus scapha* F.—в лиственном лесу зимует под опавшими листьями. Отмечен в предгорной зоне горы „Тугая“ окрестностях Горно-Алтайска, 26/6—1957 г., возле Ишинского моста Сросткинского района, Алтайского края, 27/6—1957 г.

32. *Rhopalus maculatus* Fieb.—найден в горных лугах села Манжерок, Майминского района, 12/6—1954 г., Кызыл-Озек, 20/6—1954 г. Вначале обитает на диких злаковых травах, затем переходит на культурные злаковые растения.

33. *Rh. subrufus* Gmel.—отмечен в тех местах, что и предыдущий.

34. *Rh. distinctus* Sign.—распространен широко среди сухих почв с примесью песка, как например, вблизи р. Катунь поселок Нижняя Соузга.

35. *Corizus hyosциami* L.—широко распространен на опушке лесов, питается дикими злаковыми травами, к осени переходит на полынь.

36. *Stistopleurus avitilon* Rossi.—распространен в Майминском, Чойском, Эликманарском районах. Питается дикими и культурными злаковыми растениями, иногда можно видеть их на полыни.

37. *C. crassicornis* L.—отмечен на агробиоучастке, 10/6—1956 г., 26/7—1957 г. в районе Телецкого озера, пос. Артыбаш, при кошении в сачок попадало несколько экземпляров, 25/6—1955 г.

38. *Velmicola spinipes* Fall.—найден на клеверном участке колхоза им. Сталина, Майминского района, 10/8—1956 г. В окрестности с. Манжерок, при кошении естественного луга с проблесками клевера в сачок попадало несколько экземпляров, 23/6—1957 г.

39. *Stictopleurus punctatonervosus* Geoze—встречался на опушке леса в зарослях полыни Кызыл-Озек, 12/8—1955 г.

40. *Bathysolen nubilus* Fall.—найден на склоне горы „Синюхи“, Майминского района, 23/6—1957 г.

Сем. ЩИТНИКИ—PENTATOMIDAE

41. *Acanthosoma haemorrhoidala* L.—отмечен на диких злаках колхоза им. Сталина, Майминского района, 12/6—1954 г.

42. *Aelia acuminata* L.—щитник остроголовый, распространен повсеместно. С наступлением теплой весны и до осени встречается часто на опушках леса, по полям на диких и культурных злаковых растениях, которым приносит значительный вред.

43. *A. sibirica* Reut.—щитник сибирский распространен в тех местах, что и предыдущий.

44. *Arma custos* F.—клоп арма встречается редко, отмечен на агробиоучастке пединститута, 25/7—1957 г., на полях колхоза им. Сталина, Майминского района, 20/8—1957 г. Приносит заметный вред многолетним травам.

45. *Eurydema ornata* L.—разукрашенный клоп, встречается на диких и культурных крестоцветных растениях. Серьезный вред приносит капусте, редису, брюкве, горчице и др.

46. *E. oleracea* L.—рапсовый клоп обитает в тех местах, что и предыдущий.

47. *E. fieberi* Fieb.—сибирский клоп. По литературным данным—Горный-Алтай (М. Петропавловская).

48. *E. gebleri* Kol.—белый клоп. По литературным данным—Горный-Алтай (М. Петропавловская)

49. *D. baccarum* L.—ягодный клоп широко распространен в Майминском, Чойском, Турачакском, Эликманарском и Усть-Коксинском районах.

50. *D. pennicillatus* Horv.—горный клоп, отмечен на горе Синюха, 23/6—1957 г., на горе „Близнецы“, Усть-Коксинского района, 10/9—1955 г.

51. *Carpocoris pudicus* Poda.—клоп пудик. Данный вид обнаружен на культурных и диких злаковых растениях колхоза им. Сталина, Майминского района, 12/6—1954 г., на кустарниках Кызыл-Озек, 20/6—1954 г., Артыбаш, Турачакского района, 23/6—1955 г.

52. *C. fuscispinus* Boh.—щитник черноусый, очень часто встречается в окрестности города Горно-Алтайска, 19/5—1954 г. на агробиоучастке пединститута, 16/8—1955 г., в районе оз. Манжерок, 23/6—1957 г.

53. *Elasmusha betulae* Deg.—отмечен возле Ишимского моста,

Сросткинского района, 27/6—1957 г. Обитает в травах среди зарослей тальника, боярышника, березы и осины.

54. *Palomena viridissima* Poda.—зеленый древесный клоп. Данный вид широко распространен. Летом его можно видеть на кустах растений, в начале осени на жгучей крапиве.

55. *Eurygaster testudinarius* Gcoffr.—черепашка черепаховидная. Вредитель культурных и диких злаковых растений в Майминском, Чойском, Турачакском районах области и Сросткинском районе, Алтайского края.

56. *Neottiglossa leporina* H.—S —найден в Майминском парке культуры и отдыха, 24/8—1957 г.

57. *Piezodorus lituratus* F.—отмечен в предгорной зоне „Тугая“, на кустах желтой акации, 11/8—1956 г.

58. *Holeostetus vernalis* Wol.—встречается редко. Обнаружен при кошении сачком в окрестности оз. Манжерок 23/6—1957 г.

59. *Rubicornia intermedia* Wolff.—найден на жгучей крапиве в Горно-Алтайском плодоягодном питомнике, 12/8—1957 г.

60. *G. italicum* Müll.—полосатый клоп, довольно широко распространен в Майминском, Чойском, окрестности Горно-Алтайска и на полях села Суртайки, Алтайского края. Питается как правило, растениями ис семейства зонтичных.

61. *Chlorochroa juniperina* L.—щитник можжевельниковый отмечен в окрестности села Анос, Эликманарского района на кустах можжевельника, 10/8—1955 г.

62. *Ch. pinicula* Mls.—щитник сосновый, обычно, встречается в изреженном сосновом бору поселка Чемал, 11/8—1955 г.

63. *Elasmucha betulae* Deg.—щитник березовый, часто встречается в изреженном, молодом березнике, а также и на траве. Отмечен в Паспауле, Сугуле, Кызыл-Озек, Чойского района, в Манжероке и Рыбалке, Майминского района.

64. *E. ferrugata* F.—щитник ржавый, найден в пионер-лагере города Горно-Алтайска, 3/8—1957 г. на диких злаковых травах.

Сем. THYREOCORIDAE

65. *Sehirus aterrimus* Forst.—обнаружен на черноплодной рябине Горно-Алтайского плодоягодного питомника. 5/8—1957 г.

66. *Tritomegas bicolor* L.—отмечен на траве возле городского парка Горно-Алтайска, 14/7—1956 г.

67. *Thyreocoris scarabaeoides* L.—в лиственном лесу окрестности Кызыл-Озек, Майминского района, 11/8—1956 г.

В заключение следует отметить, что полужестокрылые в изучаемых районах Горно-Алтайской области, довольно широко распространены. К числу наиболее вредных насекомых кормовых трав относятся клопы из семейства слепняки, ромбовики, щитники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багданов-Катков Н. Н. Краткий учебник теоретической и прикладной энтомологии. Изд. 3., М. 1931.
2. Багданов-Катков Н. Н. Огородные клопы. Изд. „А. П. Сойкина“. Л. 1924.

3. Васильев Е. М. Люцерновый клоп, повреждающий свекловичные высадки. Вес. сахарной промыш. Киев, 1909.
4. Кириченко А. Н. Настоящие полужесткокрылые Европейской части СССР. Изд. АН СССР, 1951.
5. Ковригин А. И. Борьба с вредителями многолетних трав. "Звезда Алтая" № 136. Горно-Алтайск, 1954.
6. Ковригин А. И. Методика сбора жесткокрылых и составления коллекций, сборн. "В помощь учителю", Горно-Алтайск, 1956.
7. Ковригин А. И. Экология клопов рода *Eurydema* Lap. Ученые записки, выпуск 1, Горно-Алтайского пединститута, 1956.
8. Ковригин А. И. Клопы рода *Eurydema* Lap как вредители овощных культур и борьба с ними. Ученые записки Горно-Алтайского пединститута, выпуск 2. 1957 г.
9. Камбалов Н. А. Природа и природные богатства Алтайского края, Барнаул, 1955 г.
10. Тарбинский С. П. и Плавилщиков Н. Н. Определитель насекомых Европейской части СССР, Огиз М—Л, 1948 г.
11. Сегеда С. Ф. Жуки и бабочки-вредители сельского хозяйства Закарпатья, 1 научная сессия Госуниверс. Тезисы доклада, Ужгород, 1947 г.
12. Сегеда С. Ф. Вредители лиственных лесов Закарпатья, 3 научная сессия Госуниверс., Ужгород, 1949.
13. Сегеда С. Ф. Главнейшие вредители сельского хозяйства Закарпатской области и меры борьбы с ними. Сборник научных трудов за 1950—1955 гг. Закарпатской области, с-х. опытной станции, том 1, Ужгород. 1957 г.
14. Сухоруков Н. Н. Крестоцветные клопы и меры борьбы с ними в условиях Краснодарского края, ст. саш. овощ. культур от вредителей и болезней, Сельхозгиз, М. 1953. г.
15. Сапожников В. В. По русскому и монгольскому Алтаю, Госиздат, М., 1949 г.

*М. М. БОРОДАНОВ,
ст. преподаватель кафедры математики*

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫЕ УРАВНЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

§ 1. Аналитические способы решения трансцендентных уравнений

Из тем школьного курса алгебры весьма недостаточно разработанной по содержанию и в методическом отношении является тема „Показательные и логарифмические уравнения“.

Изучение этого вида уравнений, как правило, сводится к рассмотрению небольшого числа отдельных приёмов, с помощью которых находятся корни заданного уравнения.

Именно этот формальный характер преподавания темы о показательных и логарифмических уравнениях обусловил в среде некоторой части учительства неправильное отношение к ней и неверное понимание её места и значения в школьном курсе алгебры.

Между тем усвоение теории и практики решения трансцендентных уравнений при правильной методике преподавания этого раздела может содействовать более глубокому изучению свойств показательной и логарифмической функции, а также более прочному и глубокому усвоению теории уравнений.

Настоящая статья имеет целью показать, как в условиях средней школы можно значительно усовершенствовать преподавание этой темы.

1. Теоретические основы решения трансцендентных уравнений

Предварительно приведём некоторые определения и теоремы, которые будут использованы при дальнейшем изложении.

Определение 1. Уравнение называется алгебраическим, если оно содержит только алгебраические функции.

Так, уравнения $x^2+1=x-5$, $(x-3)^2=1$, $x+1=2x$ алгебраические.

Определение 2. Всякое уравнение, не являющееся алгебраическим, называется трансцендентным.

Например, уравнения $2^x-x=4$, $\log_a x=\sin x$, $x^{\frac{1}{3}}=2$ являются трансцендентными.

Определение 3. Общая часть D областей определения

функций $f(x, y, z)$ и $g(x, y, z)$ называется областью определения уравнения,

$$f(x, y, z) = g(x, y, z)$$

Так, уравнение $\lg x = \lg(x-1)^2$ имеет область определения, устанавливаемую неравенствами $x > 0$, $x \neq 1$.

О п р е д е л е н и е 4. Совокупность одного или нескольких уравнений вида.

$$(1) f(x, y, z) = g(x, y, z)$$

и одного или нескольких неравенств вида

$$(2) f(x, y, z) \geq 0$$

называется смешанной системой, если относительно этого уравнения и неравенств поставили вопрос, при каких значениях неизвестных x, y, z удовлетворяются все данные уравнения и данные неравенства.

О п р е д е л е н и е 5. Множество систем значений неизвестных x, y, z , удовлетворяющих всем данным уравнениям и каждому из данных неравенств, называется решением смешанной системы (1), (2).

О п р е д е л е н и е 6. Решить смешанную систему (1), (2) — значит найти все множество систем значений неизвестных, удовлетворяющих всем уравнениям и каждому неравенству смешанной системы.

О п р е д е л е н и е 7. Трансцендентное уравнение называется показательным (логарифмическим), если в состав функций $f(x, y, z)$ и $g(x, y, z)$ входит, кроме алгебраических, только показательные (логарифмические) функции и если оно сводится к простейшему трансцендентному или системе алгебраического и простейших трансцендентных уравнений.¹

Т е о р е м а 1. Если над левой или правой частью (или над той и другой одновременно) уравнения

$$(1) f_1(x, y, z) = g_1(x, y, z),$$

выполнено тождественное преобразование, в результате которого получается уравнение:

$$(2) f_2(x, y, z) = g_2(x, y, z),$$

имеющее ту же область определения, что и уравнение (1), то уравнения (1) и (2) эквивалентны.

Доказательство общеизвестно.²

Т е о р е м а 2. При условиях $a > 0$, $a \neq 1$ уравнение

$$(1) \log_a f(x, y, z) = \log_a g(x, y, z)$$

эквивалентно смешанной системе

$$(2) \begin{aligned} f(x, y, z) &= g(x, y, z) \\ f(x, y, z) &> 0 \end{aligned}$$

¹ Простейшими трансцендентными уравнениями будем называть уравнения вида $a^x = b$, $\log_a x = b$, $\cos x = a$, $\operatorname{tg} x = a$, $\sin x = a$.

² См. например. С. И. Новоселов „Специальный курс элементарной алгебры“. ГТТИ, 1956 г.

или системе

$$(2^1) \quad \begin{aligned} f(x, y, z) &= g(x, y, z) \\ g(x, y, z) &> 0 \end{aligned}$$

во всей области определения функций f и g .

Доказательство. Если система значений неизвестных $x=a, y=b, z=c$ удовлетворяет уравнению (1), т. е. выполняется равенство

$$\log_a f(a, b, c) = \log_a g(a, b, c),$$

то отсюда, при условии $a > 0, a \neq 1$, следует, что

$$(1) \quad f(a, b, c) > 0, g(a, b, c) > 0 \text{ и } (2) \quad f(a, b, c) = g(a, b, c),$$

т. е. что система чисел a, b, c является решением смешанной системы (2) или системы (2¹).

Обратно, если система значений неизвестных удовлетворяет системе (2) (а значит и системе (2¹)), т. е. справедливы соотношения

$$f(a, b, c) = g(a, b, c) \text{ и } f(a, b, c) > 0, g(a, b, c) > 0,$$

то, принимая во внимание, что из равенства положительных чисел вытекает и равенство их логарифмов, заключаем, что $\log_a f(a, b, c) = \log_a g(a, b, c)$,

а это означает, что система чисел a, b, c служит решением уравнения (1).

Итак, уравнение (1) эквивалентно смешанной системе (2). Аналогично этому уравнение (1) эквивалентно смешанной системе (2¹).

С л е д с т в и е. Если $a > 0$, и $a \neq 1, b > 0$ и $b \neq 1$, то уравнение

$$(1) \quad a^{f(x, y, z)} = b^{g(x, y, z)}$$

эквивалентно уравнению

$$(2) \quad f(x, y, z) \lg a = g(x, y, z) \lg b$$

во всей области определения функций

$$f(x, y, z) = g(x, y, z).$$

Доказательство.

Так как $a > 0$ и $a \neq 1, b > 0$ и $b \neq 1$, то для всей области определения функций

$$f(x, y, z) = g(x, y, z)$$

выполняются неравенства

$$a^{f(x, y, z)} > 0 \text{ и } b^{g(x, y, z)} > 0$$

Следовательно, на основании теоремы (2) уравнение (1) эквивалентно уравнению

$$(3) \quad \log a^{f(x, y, z)} = \log b^{g(x, y, z)}$$

Произведя тождественное преобразование левой и правой части уравнения (3), мы получим уравнение

$$(2) \quad f(x, y, z) \log a = g(x, y, z) \log b;$$

так как произведенное тождественное преобразование не изменило области определения уравнения, то уравнение (2) эквивалентно уравнению (3), которое эквивалентно уравнению (1). Значит, уравнения (1) и (2) эквивалентны.

Т е о р е м а 3. Уравнение

$$(1) \log_m f(x, y, z) + \log_m g(x, y, z) = \log_m F(x, y, z)$$

эквивалентно смешанной системе

$$(2) \begin{cases} f(x, y, z) \cdot g(x, y, z) = F(x, y, z) \\ f(x, y, z) > 0 \\ g(x, y, z) > 0 \end{cases}$$

Д о к а з а т е л ь с т в о. Уравнение (1) эквивалентно смешанной системе

$$(3) \begin{cases} \log |f(x, y, z) \cdot g(x, y, z)| = \log F(x, y, z) \\ f(x, y, z) > 0 \\ g(x, y, z) > 0 \end{cases}$$

Действительно, если система чисел a, b, c удовлетворяет уравнению (1), то выполняется соотношение

$$\log_m f(a, b, c) + \log_m g(a, b, c) = \log_m F(a, b, c) \\ f(a, b, c) > 0, g(a, b, c) > 0 \text{ и } F(a, b, c) > 0,$$

которое на основании известного свойства логарифмов может быть представлено в виде

$$\log_m f(a, b, c) \cdot g(a, b, c) = \log_m F(a, b, c) \\ f(a, b, c) > 0, g(a, b, c) > 0, F(a, b, c) > 0$$

Значит, система чисел a, b, c является решением смешанной системы (2).

Обратно, если система чисел a, b, c удовлетворяет смешанной системе (2), то выполняется соотношение

$$(3^1) \begin{cases} \log_m |f(a, b, c) \cdot g(a, b, c)| = \log_m F(a, b, c) \\ f(a, b, c) > 0 \\ g(a, b, c) > 0, \end{cases}$$

из которого следует соотношение

$$(1^1) \log_m f(a, b, c) + \log_m g(a, b, c) = \log_m F(a, b, c);$$

значит, система чисел a, b, c удовлетворяет уравнению (1).

На основании теоремы (2) система (3) эквивалентна системе

$$(4) \begin{cases} f(x, y, z) \cdot g(x, y, z) = F(x, y, z) \\ f(x, y, z) \cdot g(x, y, z) > 0 \\ f(x, y, z) > 0 \\ g(x, y, z) > 0 \end{cases}$$

Но так как неравенство $f(x, y, z) \cdot g(x, y, z) > 0$ есть следствие неравенств $f(x, y, z) > 0, g(x, y, z) > 0$, то окончательно заключаем, что уравнение (1) эквивалентно системе (2).

П р и м е ч а н и е: Мы не записываем условия $F(x, y, z) > 0$, так как это соотношение является прямым следствием соотношения $f \cdot g > 0$

Т е о р е м а 4. Уравнение

$$(1) \log_m f(x, y, z) - \log_m g(x, y, z) = \log_m F(x, y, z)$$

эквивалентно смешанной системе

$$(2) \begin{cases} \frac{f(x, y, z)}{g(x, y, z)} = F(x, y, z) \\ f(x, y, z) > 0, g(x, y, z) > 0. \end{cases}$$

Доказательство этой теоремы проводится аналогично доказательству теоремы (3).

Т е о р е м а 5. Уравнение

$$1) F |g(x, y, z)| = 0,$$

где $g(x, y, z)$ — трансцендентная, а F — алгебраическая функция, сводится к системе

$$(2) \begin{cases} F(u) = 0, \\ g(x, y, z) = u \end{cases}$$

Доказательство. Пусть, система чисел a, b, c является решением уравнения (1), тогда выполняется равенство

$$(3) F |g(a, b, c)| = 0$$

Обозначив число $g(a, b, c)$ через u , получим

$$(4) g(a, b, c) = u,$$

$$F(u) = 0$$

Из соотношения (4) следует, что система чисел a, b, c удовлетворяет системе (2).

Аналогично этому, что система чисел a, b, c является решением системы (2), выполняется соотношение (4), из которого следует справедливость соотношения (3). Последнее обозначает, что система чисел a, b, c , удовлетворяет уравнению (1).

2. Показательные уравнения.

Общего метода решения показательных уравнений не существует. Однако целесообразно выделить несколько групп этих уравнений, сходных по методу решения.

1) Первая группа показательных уравнений

Уравнения вида $a^{f(x)} = b$ при $a > 0, a \neq 1$.

Пример 1. Решить уравнение

$$(1) 14^{\frac{x}{7}} = 26$$

Решение. Данное уравнение эквивалентно уравнению.

$$(2) \frac{x}{7} \lg 14 = \lg 26.$$

отсюда последовательно находим

$$\frac{x}{7} = \frac{\lg 26}{\lg 14} = \frac{1,4150}{1,1461} \approx 1,228, \quad x \approx 8,596.$$

Пример 2. Решить уравнение

$$(1) \quad 3^{x-2} = 243$$

Решение. Правая часть уравнения (1) есть степень числа 3. Поэтому за основание логарифмов надо взять число 3, и тогда будем иметь

$$(2) \quad 3^{x-2} = 3^5, \quad x-2=5, \quad x=7,$$

Пример 3. Решить уравнение

$$(1) \quad 1,8^{x^2+3} = 19$$

Решение. Уравнение (1) эквивалентно уравнению

$$(2) \quad \lg 1,8^{x^2+3} = \lg 19$$

Уравнение (2) эквивалентно в свою очередь уравнению

$$(3) \quad (x^2+3) \lg 1,8 = \lg 19$$

Отсюда последовательно получаем:

$$x^2+3 = \frac{\lg 19}{\lg 1,8} \approx 5, \quad x_1 \approx -1,41; \quad x_2 \approx 1,41.$$

2) Вторая группа показательных уравнений

Ко второй группе показательных уравнений отнесем уравнения вида

$$(1) \quad a^{f(x)} = b^{g(x)}, \quad \text{где } a > 0, \quad a \neq 1, \quad b > 0, \quad b \neq 1.$$

При указанных условиях это уравнение эквивалентно уравнению

$$(2) \quad f(x) \log_c a = g(x) \log_c b.$$

Пример 4. Решить уравнение

$$(1) \quad 3^{x-1} = 27^{x^2-1}$$

Решение. Находя логарифмы обеих частей уравнения при основании 3, получим уравнение.

$$(2) \quad x-1 = 3(x^2-1),$$

эквивалентное уравнению (1), это уравнение имеет корни

$$x_1 = -\frac{2}{3}, \quad x_2 = 1.$$

Пример 5. Решить уравнение

$$(1) \quad 4^{x^2 - \frac{5}{4}x - \frac{1}{4}} = 1,189.$$

Решение. Данное уравнение эквивалентно уравнению

$$(2) \quad (x^2 - \frac{5}{4}x - \frac{1}{4}) \lg 4 = \lg 1,189$$

Отсюда последовательно получаем

$$(3) x^2 - \frac{5}{4}x - \frac{1}{4} = \frac{0,0753}{0,6021} = 0,125.$$

$$(4) 8x^2 - 10x - 3 = 0, \quad x_1 = -\frac{1}{8}, \quad x_2 \approx \frac{3}{4}$$

3). Третья группа показательных уравнений

К этой группе мы отнесем уравнения вида

$$F[g(x)] = 0,$$

где $g(x)$ есть некоторая показательная функция, а F алгебраическая функция.

Пример 6. Решить уравнение

$$(1) C_n a^{nx} + C_{n-1} a^{(n-1)x} + \dots + C_1 a^x + C_0 = 0$$

Решение. Данное уравнение сводится к совокупности уравнений

$$(2) C_n u^n + C_{n-1} u^{n-1} + \dots + C_1 u + C_0 = 0$$

$$a^x = u_1, \quad a^x = u_2, \dots, \quad a^x = u_n,$$

где $u_1, u_2, \dots, u_n$ — корни уравнения (2)

Найдя корни $u_1, u_2, \dots, u_n$ уравнения (2), решаем совокупность уравнения вида $a^x = u$

Множество всех решений этой совокупности образует множество решений уравнения (1).

Пример 7. Решить уравнение

$$(1) 5^x + \frac{125}{5^x} = 30$$

Решение. Уравнение (1) эквивалентно уравнению

$$(2) 5^{2x} - 30 \cdot 5^x + 125 = 0,$$

так как от умножения его частей на 5^x мы не приобретаем корней. Уравнение (2) сводится к совокупности уравнений

$$(3) u^2 - 30u + 125 = 0, \quad 5^x = u_1, \quad 5^x = u_2.$$

Решив первое уравнение, получим: $u_1 = 5, \quad u_2 = 25$

Теперь решаем уравнения:

$$5^x = 5, \quad x_1 = 1; \quad 5^x = 25, \quad x_2 = 2$$

Числа 1 и 2 служат корнями уравнения (1)

3. Логарифмические уравнения

Как и для показательных уравнений общего метода решения логарифмических уравнений не существует. Однако и тут оказывается целесообразным выделить несколько групп этих уравнений, сходных по методу решения.

Рассмотрим эти группы логарифмических уравнений.

1. Первая группа логарифмических уравнений:

Уравнения вида

$$(1) \log_a g(x) = v, \text{ при } a > 0, a \neq 1.$$

Для решения этого уравнения находим такое положительное число C , которое удовлетворяет условию $\log_a C = v$

Тогда данное уравнение запишется так:

$$(2) \log_a g(x) = \log_a C$$

Согласно теореме 2 уравнение (2), эквивалентно смешанной системе:

$$(3) g(x) = C; g(x) > 0,$$

но так как $g(x) = C > 0$, то уравнение (2) эквивалентно уравнению $g(x) = C$.

Решив уравнение (3), мы найдем все решения исходного уравнения.

Число C может быть всегда найдено из равенства $C = a^v$

Рассмотрим ряд примеров.

Пример 8. Решить уравнение

$$(1) \log_2 (x - 9) = 4$$

Решение. Данное уравнение равносильно уравнению

$$(2) x^2 - 9 = 2^4,$$

решая это уравнение получим:

$$x^2 = 25, x_1 = 5, x_2 = -5$$

Пример 9. Решить уравнение

$$(1) 2 \lg \frac{x-2}{x-3} = \lg 4$$

Решение. Уравнение (1) эквивалентно уравнению

$$(2) \lg \frac{x-2}{x-3} = \frac{1}{2} \lg 4$$

Уравнение (2) эквивалентно уравнению

$$(3) \frac{x-2}{x-3} = 2$$

Решая это уравнение, получим:

$$(4) x - 2 = 2x - 6, x \neq 3.$$

Число 4, является корнем уравнения (1)

2) Вторая группа логарифмических уравнений

К этой группе относятся уравнения вида:

$$(1) \log_a f(x) = \log_a g(x), \text{ где } a > 0, a \neq 1.$$

Решение уравнений этой группы основывается на теореме равносильности уравнения (1) смешанной системе

$$(2) f(x)=g(x), f(x)>0$$

или системе $(2^1) f(x)=g(x), g(x)>0$.

Уравнения этой группы могут быть решены также без использования понятия смешанной системы.

Пример 10. Решить уравнение

$$(1) 3 \lg x = \frac{5}{2} \lg \frac{x}{2}.$$

Первый способ решения: Данное уравнение эквивалентно уравнению

$$(2) \lg x^3 = \lg \left(\frac{x}{2} \right)^{\frac{5}{2}} \quad (\text{теорема 1})$$

Полученное уравнение эквивалентно смешанной системе

$$(3) x^3 = \left(\frac{x}{2} \right)^{\frac{5}{2}}, \quad x > 0,$$

которая эквивалентна системе

$$(4) x^6 = \left(\frac{x}{2} \right)^5, \quad x > 0;$$

эта система имеет корень $\frac{1}{32}$ (корень 0. уравнения этой системы не удовлетворяет неравенству, а поэтому его отбрасываем).

Второй способ. Произведя тождественное преобразование правой и левой части уравнения (1), получим уравнение (2) с той же областью определения, что и уравнение (1). Значит, уравнения (1) и (2) эквивалентны.

Заменяя уравнение (2) уравнением (3), мы изменим область определения, расширив её на значения неизвестного, заключенные в интервале $(-\infty, 0)$

Решая уравнение (3) последовательно, получим

$$x^6 = \left(\frac{x}{2} \right)^5, \quad x^6 - \frac{1}{32} x^5 = 0$$

$$x^5 \left(x - \frac{1}{32} \right) = 0, \quad x_1 = 0, \quad x_2 = \frac{1}{32}.$$

Значение 0, являясь корнем уравнения (3), не является корнем уравнения (1), так как не принадлежит к области определения этого уравнения.

Корень уравнения (1) $x = \frac{1}{32}$.

Пример 11. Решить уравнение

$$(1) \frac{1}{2} \lg (x+5) = \lg (7-x)$$

Первый способ решения. Данное уравнение эквивалентно уравнению

$$(2) \lg (x+5)^{\frac{1}{2}} = \lg (7-x),$$

так как выполненное тождественное преобразование не изменило области определения уравнения.

В самом деле область определения уравнения (1) определяется неравенствами.

$$x+5 > 0, 7-x > 0, \text{ т. е. } -5 < x < 7$$

Область определения уравнения (2) определяется также неравенствами

$$x+5 > 0, 7-x > 0, \text{ т. е. } -5 < x < 7$$

Полученное уравнение (2) эквивалентно смешанной системе

$$(3) (x+5)^{\frac{1}{2}} = 7-x, x+5 > 0,$$

которая в свою очередь эквивалентна системе

$$(4) x+5 = (7-x)^2, x+5 > 0, 7-x > 0,$$

т. е. системе

$$(5) x+5 = (7-x)^2, x > -5, x > 7$$

уравнение этой системы имеет корни:

$$x_1 = 4, x_2 = 11, \text{ но корень } 11$$

уравнения не удовлетворяет неравенству системы.

Таким образом, система (5) имеет корень 4; он и служит корнем исходного уравнения.

Второй способ решения. Областью определения исходного уравнения является интервал $-5 < x < 7$

Выполнив тождественные преобразования, мы получим уравнение

$$(2) \lg (x+5)^{\frac{1}{2}} = \lg (7-x)$$

с той же областью определения и, следовательно, эквивалентное исходному уравнению.

От уравнения (2) перейдем к уравнению (3) $(x+5)^{\frac{1}{2}} = 7-x$,

которое уже может быть не эквивалентным исходному, так как мы расширим область определения на полусегмент $[7, \infty)$ и значение $x = -5$.

Возведя обе части уравнения (3) в квадрат, мы получим уравнение

$$(4) x+5 = (7-x)^2,$$

которое может оказаться не эквивалентным уравнению (3), так как область определения уравнения (3) расширилась на интервал $(-\infty, -5)$.

Уравнение (3) имеет корни $x_1 = 4, x_2 = 11$.

Корень 11, принадлежит той области, на которую произошло расширение при преобразованиях, а поэтому отбрасываем его.

3). Третья группа логарифмических уравнений

К третьей группе логарифмических уравнений отнесем уравнения вида $(1) \log_a f(x) + \log_a (x) = \log L(x)$

Решение этой группы уравнений выполняется путем сведения их к уравнениям, принадлежащим ко второй группе или самостоятельно на основании теоремы (2).

Пример 12. Решить уравнение

$$(1) \lg x + \lg(x+4) = \lg 3 + \lg(x+2)$$

Первый способ решения. Уравнение (1) эквивалентно смешанной системе

$$(2) \lg x (x+4) = \lg 3(x+2) \quad x > 0, \quad x+4 > 0,$$

которая в свою очередь эквивалентна системе

$$(3) x(x+4) = 3(x+2) \quad x > 0$$

Решая уравнения системы (3), получаем корни $x_1 = -3$, $x_2 = 2$. Неравенству системы (3) удовлетворяет корень 2.

Число 2 является решением системы (3) и, следовательно, корнем уравнения (1).

Второй способ решения. Заменяя уравнение (1) уравнением $(2')$ $\lg x(x+4) = \lg 3(x+2)$, мы расширим область определения уравнения на интервал $(-\infty, 0)$ значит, уравнение (2) может быть неравносильным уравнению (1)

Заменяя уравнение $(2')$ уравнением

$$(3') x(x+4) = 3(x+2)$$

Мы вновь расширим область определения на значения

$$x=0, \quad x=-2, \quad x=-4$$

Таким образом, областью определения уравнения (1) являются значения неизвестного, принадлежащие интервалу $0 < x < \infty$, а областью определения уравнения (3) значения неизвестного, принадлежащие интервалу $-\infty < x < \infty$.

Решив уравнение $(3')$, получим $x_1 = -3$, $x_2 = 2$.

Значение -3 не принадлежит области определения уравнения (1). Значит, корнем уравнения (1) является число 2.

Пример 13. Решить уравнение

$$(1) \lg x + \lg(x^2-4) = \lg 3 + \lg(x+2)$$

Решение. Данное уравнение эквивалентно смешанной системе

$$(2) \lg x (x^2-4) = \lg 3 (x+2), \quad x > 0, \quad x^2-4 > 0,$$

которая эквивалентна системе

$$(3) x(x^2-4) = 3(x+2), \quad x > 2.$$

Решая уравнение системы (3), получим

$$x_1 = -3, \quad x_2 = -2, \quad x_3 = 1$$

Ни один из полученных корней уравнения не удовлетворяет неравенству системы.

Следовательно, система (3) решений не имеет. Поэтому и уравнение (1) корней не имеет.

Пример 14. Решить уравнение (1) $\frac{\lg 2x}{\lg(4x-15)} = 2$.

Решение. Уравнение (1) эквивалентно смешанной системе

$$(2) \lg 2x = \lg(4x-15), \quad 4x-15 \neq 1, \quad 4x-15 > 0$$

Система (2) эквивалентна системе,

т. е. системе (3) $2x = (4x-15)^2, \quad 4x-15 \neq 1, \quad 4x-15 > 0$

$$(4) 16x - 122x - 225 = 0, \quad x > \frac{15}{4}, \quad x \neq 4$$

Уравнение системы имеет корни: $x_1 = 3\frac{1}{8}, x_2 = 4\frac{1}{2}$

Но так как $3\frac{1}{8} < \frac{15}{4}$, а $4\frac{1}{2} > \frac{15}{4}$, то системе

(4) и, следовательно, системе (3) удовлетворяет число $4\frac{1}{2}$

Итак, исходное уравнение имеет корень $4\frac{1}{2}$.

5. Трансцендентные уравнения, сводящиеся к показательным или логарифмическим уравнениям

(показательно-логарифмические уравнения)

Пример 15. Решить уравнение (1) $x^{\lg x} = x^2$.

Решение. Это уравнение не является ни показательным, ни логарифмическим, но оно легко может быть сведено к логарифмическому.

В самом деле, согласно теореме (2), данное уравнение эквивалентно уравнению

$$(2) \lg \left(x^{\lg x} \right) = \lg x$$

Так как показательная функция определяется для оснований положительных, то очевидно неизвестное x , удовлетворяет условию $x > 0$.

Имея в виду это обстоятельство, можно утверждать, что уравнение (2) эквивалентно уравнению

$$(3) \lg x^2 \cdot \lg x = \lg x^2.$$

Выполнив тождественное преобразование, не изменяющее области определения уравнения, получим уравнение

$$(4) 2 \lg^2 x - 2 \lg x = 0,$$

которое после замены $\lg x = u$ сводится к решению системы

$$(5) u - u = 0, \quad u = \lg x;$$

эта система имеет корни 1 и 10;
числа 1 и 10 удовлетворяют также исходному уравнению.

Пример 16. Решить уравнение

$$(1) \quad x^{\lg x} = 100x.$$

Решение. Областью определения данного уравнения служат все положительные числа. Это следует из того, что показательная функция определяется для положительного основания. В данном примере основанием является неизвестное x . Согласно теореме (2), это уравнение эквивалентно уравнению

$$(2) \quad \lg x^{\lg x} = \lg 100x;$$

оно преобразуется в уравнение

$$(3) \lg^2 x = \lg x + 2$$

Уравнение (3) имеет ту же область определения, что и уравнение (2), и получено из него путем тождественных преобразований, а поэтому эти уравнения будут эквивалентны.

Решая уравнение (3), последовательно имеем

$$u^2 - u - 2 = 0, \quad u = \lg x$$

$$u_1 = -1, \quad u_2 = 2, \quad x_1 = \frac{1}{10}, \quad x_2 = 100,$$

числа $\frac{1}{10}$ и 100 служат корнями исходного уравнения.

Системы трансцендентных уравнений.

В школьном преподавании вопросу решения систем трансцендентных уравнений, сводимых к алгебраическим и элементарным трансцендентным уравнениям, не целесообразно уделять много времени; достаточно рассмотреть простейшие системы, выбрав из них такие, при решении которых необходимо использовать теорию равносильности уравнений и их систем, а также свойства функций, входящих в уравнения системы.

Рассмотрим примеры на решение систем трансцендентных уравнений.

Пример 17. Решить систему уравнений

$$(1) \quad \begin{cases} x+y=5^x \\ 2^x(x+y)=100. \end{cases}$$

Решение. Подставляя значение $x+y$ из первого уравнения во второе, получим систему уравнений

$$(2) \quad \begin{cases} 2^x \cdot 5^x = 100 \\ x+y=5^x \end{cases}$$

равносильную данной системе.

Первое уравнение системы (2) имеет корень 2.

Из второго уравнения системы (2) находим:

$$y=5x-x, \quad y=25-2=23$$

Итак система (1) имеет решение $x=2, y=23$.

Пример 18. Решить систему уравнений

$$(1) \begin{cases} \lg x + \lg y = 1,5, \\ 4x^2 - 9y^2 = 3590. \end{cases}$$

Решение. Данную систему заменяем эквивалентной ей смешанной системой:

$$(2) \begin{cases} \lg(x \cdot y) = \lg \sqrt{1000}, \\ 4x^2 - 9y^2 = 3590 \\ x > 0, y > 0. \end{cases}$$

Система (2) эквивалентна системе

$$(3) \begin{cases} xy = \sqrt{1000} \\ 4x^2 - 9y^2 = 3590 \\ x > 0, y > 0 \end{cases}$$

эта система имеет решение $x=20, y=\frac{\sqrt{10}}{2}$.

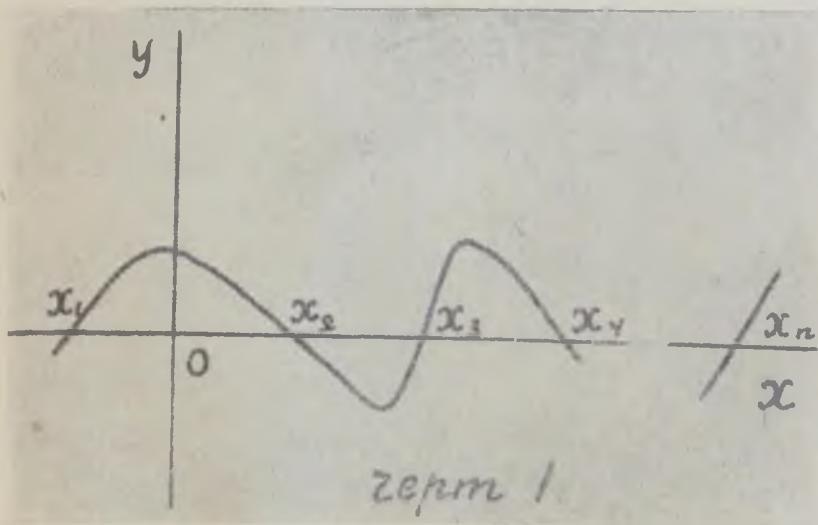
То же решение имеет и данная система.

§ 2. Графическое решение элементарных трансцендентных уравнений

Сущность графического способа решения

Сущность графического способа решения уравнений, как известно, состоит в следующем: если уравнение задано в виде $f(x)=0$, то строят график функции $y=f(x)$ и находят абсциссы $x_1, x_2, \dots, x_n$ точек пересечения этого графика с осью ox . Эти абсциссы и являются корнями данного уравнения.

В самом деле, в точках пересечения графика функции $y=f(x)$ с осью ox значения этой функции равны нулю; следовательно, каждое из чисел $x_1, x_2, \dots, x_n$ удовлетворяет уравнению $f(x)=0$ (черт 1).



Степень точности полученных при этом корней, вообще говоря, зависит от того, насколько точно выполнено построение графика функции $y=f(x)$, от выбранного масштаба и в определенной степени также и от умения лица, выполняющего построение.

Однако, степень точности может быть повышена посредством повторного построения и других приемов.

Если уравнение задано в виде

$$(1) \frac{f(x)}{g(x)}=0 \quad \text{и если при этом}$$

функция $g(x)$ не обращается в нуль и не теряет смысла ни при одном значении неизвестного x , служащим корнем уравнения

$$(2) f(x)=0,$$

то уравнение (1) эквивалентно уравнению (2).

Следовательно, решение уравнения (1) сводится к решению уравнения $f(x)=0$.

Если дано уравнение

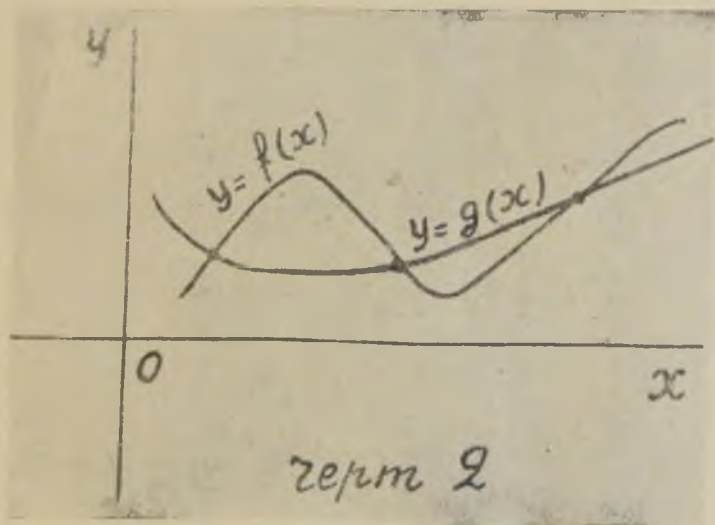
$$(3) F(x)=0$$

и если график функции $y=F(x)$ почему-либо трудно построить, то стремятся заменить уравнение (3) эквивалентным ему уравнением вида $f(x)=g(x)$, причем функции $f(x)$ и $g(x)$ подбираются так, чтобы построение их графиков было возможно более простым.

Например, уравнение $x \lg x = 2$ надо представить в виде

$$\lg x = 2/x$$

В этом случае решением уравнения $f(x)=g(x)$ являются абсциссы точек пересечения графиков функций $y=f(x)$ и $y=g(x)$



2. Графическое решение трансцендентных уравнений вида $ak^{(x)}=f(x)$

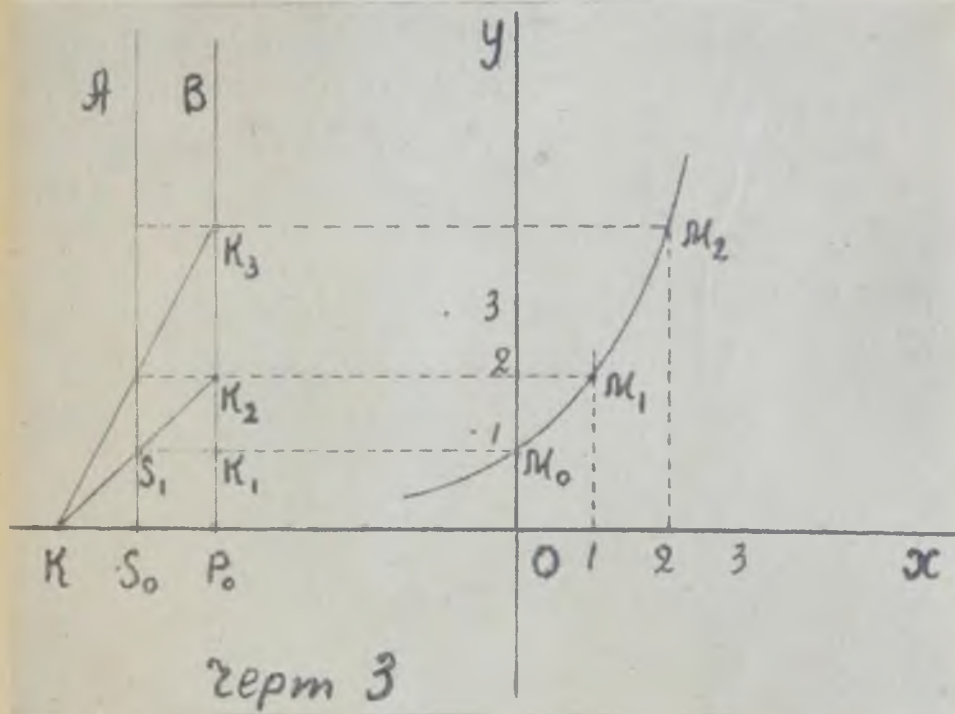
1) Построение графика показательной функции.

Обратимся к построению графика функции $y=a^x$ по точкам.

Если a — число дробное, то нахождение значений функции y , соответствующих заданным значениям аргумента x , требует использования таблиц и затраты значительного времени.

Поэтому рассмотрим способ построения графика функции $y=a^x$, при котором нет необходимости выполнять вычисления значений функции по заданным значениям аргумента.

Пусть имеем прямоугольную систему координат xOy требуется построить в этой системе график функции $y=a^x$. Для выполнения этого построения возьмем на оси Ox произвольную точку K (черт. 3).



черт 3

Вправо от точки K отложим два отрезка:

Отрезок KS_0 , равный единице масштаба, и отрезок KP_0 , равный a единицам масштаба.

Примечание: Если основание a является числом иррациональным, например e ; π ; $\sqrt[3]{2}$ то берем приближенное значение этого числа, при этом не следует брать значение числа с точностью, превышающей 3-х значащих цифр, так как это будет превышать точность имеющихся в распоряжении учащихся инструментов.

Через точки S_0 и P_0 проведем прямые S_0A и P_0B , параллельные оси OY .

Теперь отложим на оси OY отрезок OM_0 , равный единице: это будет первая точка графика показательной функции $y=a^x$.

Для построения точки M_1 , этой кривой с абсциссой, равной 1, опускаем из точки M_0 перпендикуляр M_0S_1 , на прямую S_0A и проводим луч KS_1 , до пересечения с прямой P_0B в точке K_1 .

Отрезок P_0K_1 будет представлять ординату точки M_1 графика, соответствующую абсциссе 1.

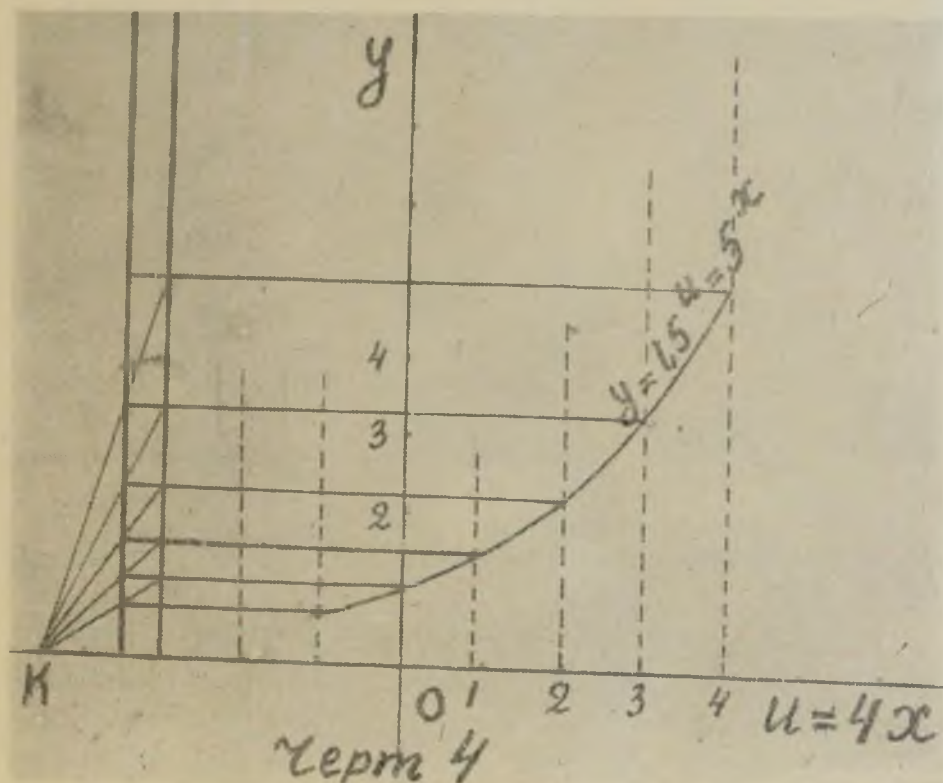
Действительно из подобия треугольников KS_0S_1 и KP_0K_1 следует, что $\frac{P_0K_1}{S_0S_1} = \frac{KP_0}{KS_0}$ откуда найдем, что $P_0K_1 = a$.

Аналогично поступаем для построения других точек этой кривой.

В результате такого построения мы получим точки кривой, соответствующие значениям аргумента $0, 1, 2, 3, \dots, n$.

В тех случаях, когда основание a таково, что функция $y=a^x$ возрастает очень быстро, становится необходимым строить точки кривой через промежутки, меньшие, чем 1.

В этом случае представляем функцию a^x в другом виде, а именно в виде $y = \left(a^{\frac{1}{n}}\right)^{2x}$ или $y = \left(a^{\frac{1}{n}}\right)^{3x}$ или вообще в виде $y = \left(a^{\frac{1}{n}}\right)^{ux}$



и рассматриваем её как показательную $y = (a_1)^u$, где $a_1 = a^{\frac{1}{n}}$ и $u = nx$.

Пример. Построить график функции $y = 5^x$.

Построение. Так как функция 5^x растёт очень быстро, то целесообразнее строить точки этой кривой для значений аргумента через промежутки, равные $\frac{1}{4}$.

Преобразуем функцию 5^x в виду $\left(5 \frac{1}{4}\right)^{4x}$, а так как $5^{\frac{1}{4}} \approx 1,5$,

то $y = (1,5)^u$, где $u = 4x$ и $x = \frac{u}{4}$;

В остальном построение аналогично тому, как было разобрано выше. (черт. 4).

Построение графика функции $y = \log_a x$ производится по графику функции a^x как обратной её функции.

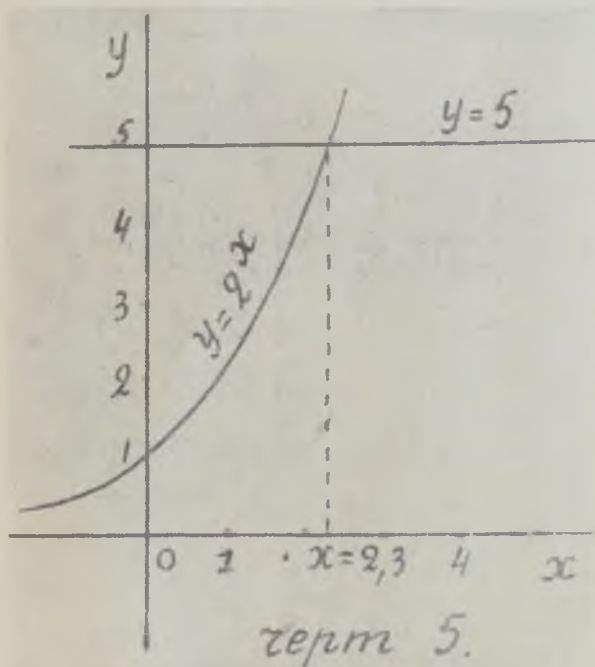
3 Примеры решения трансцендентных уравнений вида $aL^x = f(x)$ графическим способом.

1). Уравнения вида $a^x = f(x)$, где $f(x)$ постоянное число или линейная функция.

Пример 1. Решить уравнение $2^x - 5 = 0$.

Решение. Строим графики функций $y = 2^x$ и $y = 5$.

Из чертежа устанавливаем, что точка пересечения этих графиков имеет абсциссу $x \approx 2,3$ (черт 5).

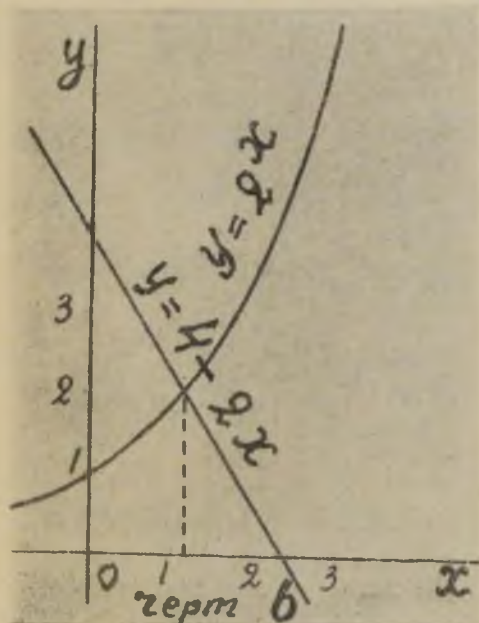


это и есть приближенное значение корня данного уравнения.

Пример 2. Графически решить уравнение $2^x = 4 - 2^x$

Решение. Строим графики функций $y = 2^x$ и $y = 4 - 2^x$.

Из чертежа заключаем: уравнение удовлетворяется при $x = 1$. (черт. 6).



Проверка показывает, что корень 1 является точным решением.

Пример 3. Графически решить уравнение $1,8^x = 2x + 1$

Решение. Строим график функции $y = 1,8^x$

Для этого поступаем так, как было указано выше (черт. 3).

Отрезок KS_0 берем равным единице масштаба, а отрезок KP_0 равным 1,8 этой единицы.

Построив график функции $y = 1,8^x$, находим, что точки пересечения этого графика с прямой $y = 2x + 1$

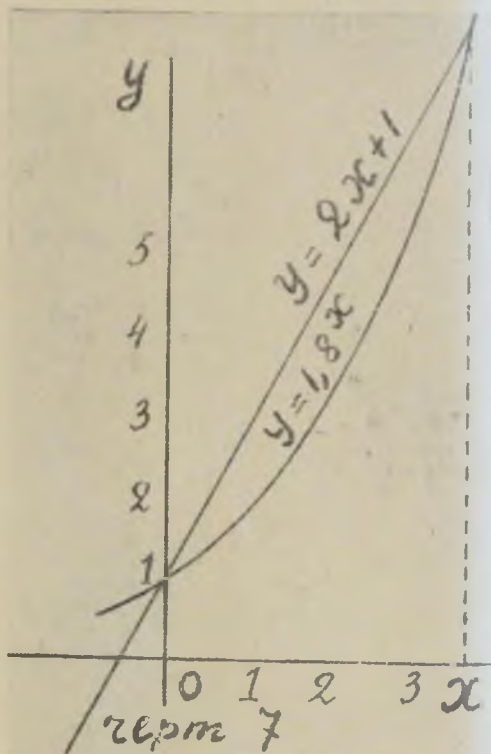
имеют абсциссы $x \approx 0$, $x_2 \approx 3,6$ (черт. 7).

Проверкой убеждаемся, что первый корень $x_1 = 0$ точный.

Легко обнаружить, что значение второго корня получено с точностью до 0,1.

В самом деле, если значение корня принять равным 3,6, то при $x = 3,6$ функция $y = 1,8^x$ будет иметь значение $1,8^{3,6}$. Произведя вычисление с помощью таблиц логарифмов, получим $1,8^{3,6} \approx 8,3$ функция $y = 2x + 1$ при $x = 3,6$ будет иметь значение 8,2.

Если принять за корень число 3,5, то функции будут иметь соответственно значения 7,8 и 8. Значит точный корень заключен между числами 3,5 и 3,6.



2) Уравнения вида $a^x = f(x)$, где $f(x)$ — степенная или целая рациональная функция степени выше 1-ой

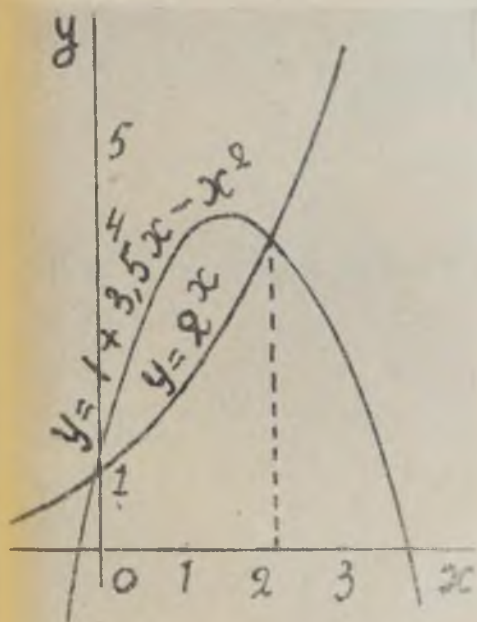
Пример 4. Графически решить уравнение $2^x = x^2$

Решение. Построив графики функций $y = 2^x$ и $y = x^2$, устанавливаем из чертежа, что эти кривые пересекаются в 3-х точках, имеющих соответственно абсциссы $x_1 \approx -0,8$; $x_2 = 2$; $x_3 = 4$

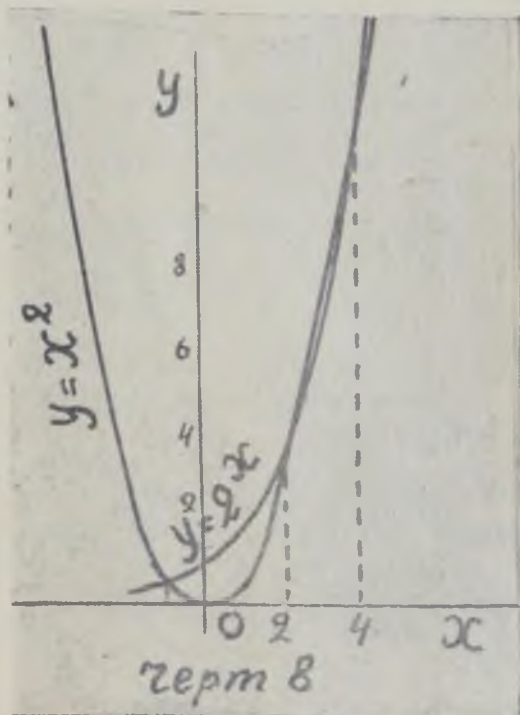
(черт. 8).

Пример 5. Графически решить уравнение

$$2^x = 1 + 3,5x - x^2$$



черт 9



Решение. Строим графики функций

$$f(x) = 2^x \text{ и } g(x) = 1 + 3,5x - x^2$$

и обнаруживаем из чертежа, что эти кривые пересекаются в 2-х точках (0,1) и (2,4), проверкой убеждаемся, что корни 0 и 2 точные.

Других решений уравнение не имеет, так как графики функций $f(x)$ и $g(x)$ пересекаются только в двух точках.

(черт. 9).

Примечание. В связи с решением уравнений вида $a^x = f(x)$, где $f(x)$ — степенная или целая рациональная функция, часто приходится ссылаться на тот факт, что показательная функция a^x , где $a > 1$, растет быстрее, чем любая степенная функция $y = x^p$

Доказательства этого факта обычно опираются на свойства Бинома-Ньютона и не могут быть рассмотрены с учащимися IX класса

Поэтому приведём доказательство указанного предложения, доступное ученикам IX класса.

Принимая во внимание, что функция a^x при $a > 1$ возрастающая, достаточно ограничиться доказательством для целых значений переменной x .

В самом деле, если эта функция при $x = n$ (целое) принимает некоторое значение N , то при всех значениях x , больших, чем n (в том числе и дробных), она принимает значение большее, чем N .

Докажем сначала, что функция $y = 2^x$ растет быстрее, чем любая линейная функция вида $y = kx$, где k любое целое или дробное число.

Для этого сперва докажем, что при $n > 2$, имеет место неравенство $2^{n-1} > n$.

Применим метод индукции. Если $n=3$, то $2^2 > 3$.

Предположим, что это неравенство справедливо для $n=m$, где $m > 2$ т. е., что $2^{m-1} > m$

Тогда $2^{m-1} + 1 > m + 1$

Заменив в левой части число 1 числом 2^{m-1} , мы усилим неравенство и получим

$$2^{m-1} + 2^{m-1} > m + 1 \quad \text{или} \quad 2^m > m + 1$$

Таким образом, из предположения о справедливости этого неравенства для $n=m$, вытекает справедливость его для $n=m+1$.

Значит, неравенство $2^{n-1} > n$ верно при любом целом числе n превосходящем число 2.

Согласно этому неравенству последовательно получаем:

$$2 > 1, \quad 2 = 2, \quad 2^2 > 3, \quad 2^3 > 4, \dots, \quad 2^{n-2} > n-1, \quad 2^{n-1} > n$$

Пользуясь формулой для суммы n членов арифметической и формулой для суммы n -членов геометрической прогрессии, почленно сложив эти соотношения, получим

$$(1) \quad 2^n > \frac{n(n+1)}{2}$$

Теперь вернемся к сравнению функций 2^n и kn , где k —любое положительное число.

Так как k —постоянное, n —переменное целое число, то n можно подобрать так, чтобы имело место неравенство $\frac{n+1}{2} > k$. Для этого достаточно, чтобы число n удовлетворяло условию $n > 2k-1$.

Таким образом, при $n > 2k-1$ справедливо неравенство

$$(2) \quad \frac{n(n+1)}{2} > kn,$$

но тогда и подавно будет выполняться неравенство

$$2^n > kn$$

Отсюда мы заключаем, что значения функции 2^x , при достаточно больших значениях аргумента x , могут сделаться больше, чем значение функции $y = kx$, где k любое положительное число.

Итак, при достаточно больших значениях x

$$(3) \quad 2^x > kx$$

Возьмем число a_1 , большее, чем 1.

В силу теоремы о существовании логарифма найдется единственное число k_1 , удовлетворяющее равенству $a_1^{k_1} = 2$; поэтому имеет место равенство $a_1 = 2^{\frac{1}{k_1}}$.

Неравенство (3) справедливо для любого k , в том числе и для $k=k_1$. Значит, при достаточно больших значениях переменной x выполняется неравенство

$$(4) \quad 2^x > k_1 x$$

неравенство (4) можно представить так $(2^{\frac{1}{k_1}})^{k_1 x} > k_1 x$ и далее

$$a_1^{k_1 x} > k_1 x.$$

Вводя первую переменную $z = k_1 x$, получим

$$(5) \quad a_1^z > z,$$

неравенство (5) справедливо для любого значения a_1 , удовлетворяющего условию $a_1 > 1$.

Возведем правую и левую часть неравенства (5) в степень P , тогда получим

$$(6) \quad (a_1^z)^P > z^P$$

Полагая $a_1^P = a$, получим неравенство

$$a^z > z^P$$

В неравенстве (7), число a , любое положительное число большее 1, a^P — любое действительное число.

3) Уравнения $a^x = f(x)$, где $f(x)$ — алгебраическая функция вида $\frac{a}{x}$, $\sqrt{x}$.

Пример 5. Решить графически уравнение

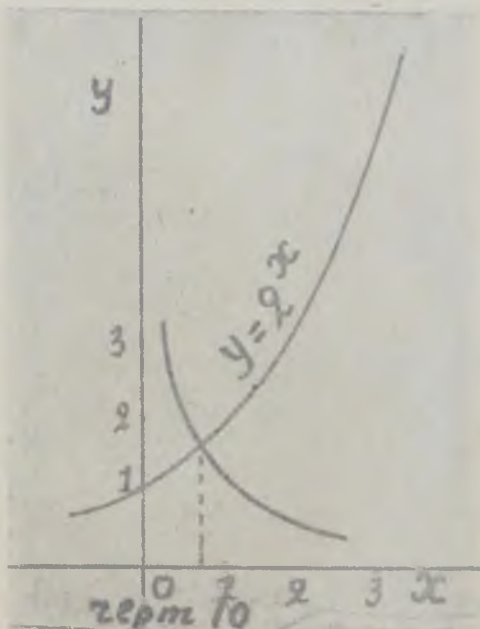
$$2^x = \frac{1}{x}.$$

Решение. Строим график функций $y = 2^x$ и $y = \frac{1}{x}$.

Так как весь график функции 2^x располагается выше оси OX , то строим только ту ветвь графика функции $\frac{1}{x}$, которая соответствует положительным значениям аргумента.

Из чертежа видим, что графики пересекутся в точке с абсциссой, равной 0,65. Таким образом, уравнение имеет корень $x_1 \approx 0,65$

(черт. 10).



Проверка показывает, что корень найден верно. В самом деле $2^{0,85} \approx 1,57$ и $\frac{1}{0,65} \approx 1,54$, таким образом, $2^{0,65} \approx \frac{1}{0,65}$

Других корней уравнение не имеет.

Пример 6. Графически решить уравнение $\left(\frac{1}{2}\right)^x = 2\sqrt{x}$

Решение. Строим графики функций $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ и $y = 2\sqrt{x}$

Так как областью допустимых значений аргумента функции служит промежуток $0 \leq x < \infty$, то составляем таблицу значений в этих пределах:

x	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	9
$y = 2\sqrt{x}$	$\frac{2}{3}$	1	1,4	2	2,8	4	6

Из чертежа находим, что $x \approx 0,2$ (черт. 11)

Других корней уравнение не имеет.

Проверка. $\left(\frac{1}{2}\right)^{0,2} \approx 0,87$. $2\sqrt{0,2} \approx 0,88$ т. е. $\left(\frac{1}{2}\right)^{0,2} \approx 2\sqrt{0,2}$

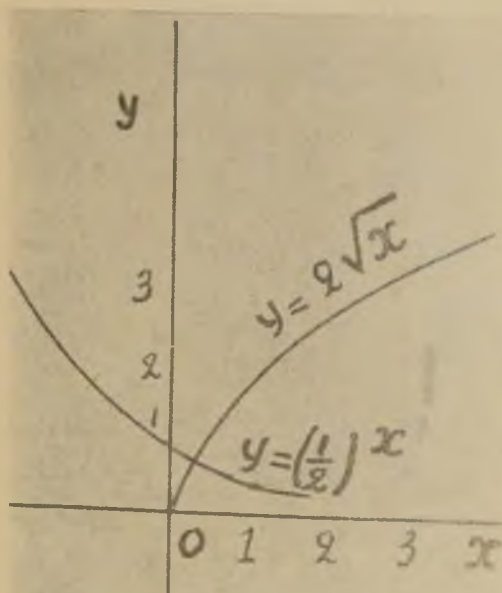
3. Графическое решение уравнений вида $\log_a L(x) = f(x)$

Построение графика логарифмической функции

Как известно, для того, чтобы построить график логарифмической функции $y = \log_a x$, достаточно построить кривую симметричную графику показательной функции $y = a^x$ относительно биссектрисы первого координатного угла. Но такой способ громоздок, так как приходится строить две кривые.

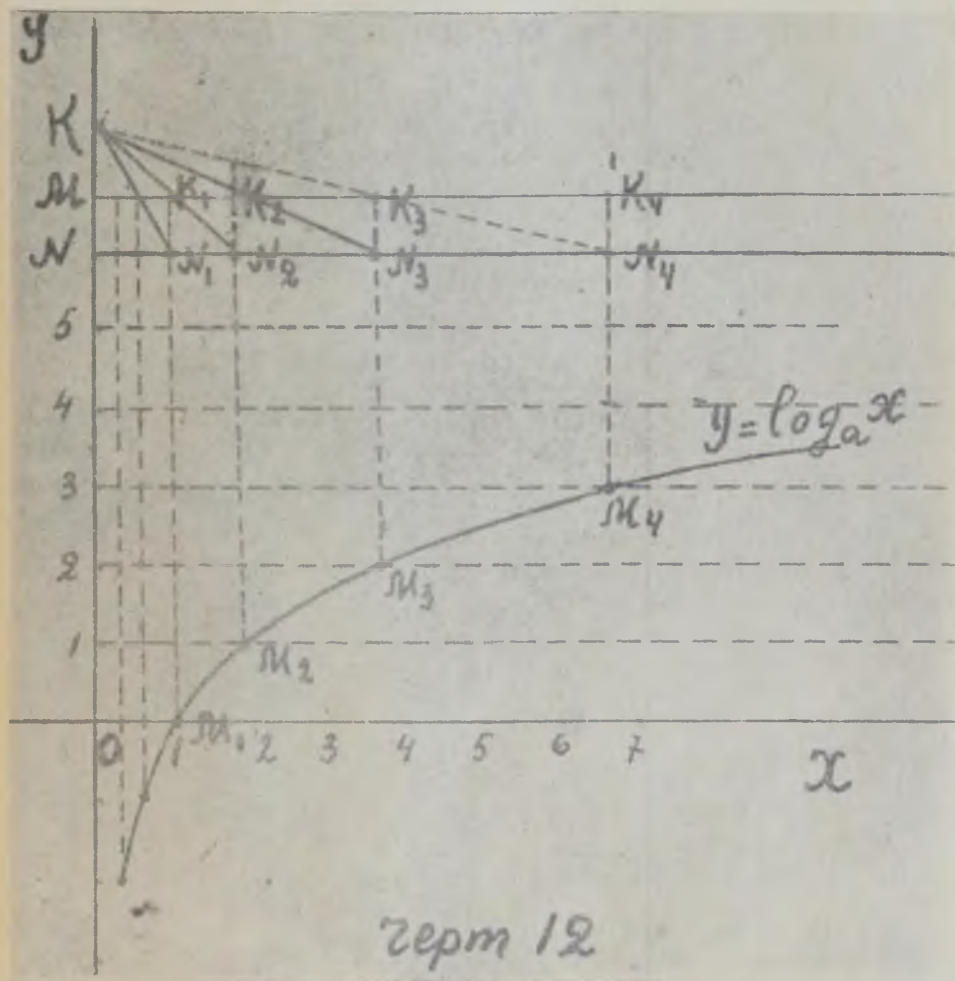
Поэтому целесообразнее применить способ, аналогичный тому, посредством которого был построен график функции $y = a^x$, т. е. геометрический способ.

Для построения графика функции $\log_a x$ берется на ось



черт 11

ординат точка k (черт. 12) и от нее вниз откладывается единица KM выбранного масштаба и отрезок KN , равный a единицам.



Восставив к оси OY перпендикуляры из точки M и из точки N , выполняем те же построения, что и при построении графика показательной функции. А именно: берем точку $(1,0)$ на оси Ox и проводим через нее прямую $M_1 K_1$, параллельную оси OY . Эта прямая пересечет перпендикуляры MK_1 и NN_1 в точках K_1 и N_1 .

Проведем через точки K и K_1 прямую KK_1 и продолжаем её до пересечения с прямой NN_1 в точке N_2 . Отрезок NN_2 есть абсцисса точки M_2 с ординатой, равной 1. Аналогично этому находятся и другие точки кривой $y = \log_a x$.

Все рассуждения, на которых было основано построение показательной функции относятся и к построению логарифмической функции.

При решении задачи о нахождении точек пересечения графика

функции $\log_a x$ с графиком алгебраических функций необходимо иметь в виду следующее предложение.

Т е о р е м а. При неограниченном возрастании аргумента x , функция $y = \log_a x$ при условии $m > 1$ так же неограниченно возрастает и при том медленнее, чем любая степенная функция $y = x^p$, где p — рациональное положительное число.

Первая часть этого предложения может быть доказана, исходя из свойства показательной функции $y = a^x$, но приводить доказательство этого учащимся не следует. Достаточно ограничиться рассмотрением графиков функций $y = a^x$, $y = \log_a x$. Эти графики симметричны биссектрисе первого координатного угла, и следовательно из того, что значения аргумента x для функции a^x могут быть как угодно большими, вытекает, что значения функции $\log_a x$ так же могут быть как угодно большими.

Вторая часть этого предложения вытекает непосредственно из доказанной ранее теоремы о росте показательной функции $y = a^x$.

Это предложение может быть широко использовано при графическом решении уравнений.

В самом деле, если известно, что график степенной функции x^p пересекает в одной точке график логарифмической функции $\log_a x$, то на основании доказанного можно утверждать, что они пересекаются, по крайней мере, еще в одной точке.

Из этого предложения вытекает, что при $a > 1$ уравнение $\log_a x = x^p$, где p рациональное число, или не имеет ни одного решения или имеет не меньше, чем 2 решения.

4. Примеры решения трансцендентных уравнений вида $\log_a x = f(x)$

- 1) Уравнения $\log_a x = f(x)$, где $f(x)$ постоянное число или линейная функция

Пример 7. Графически решить уравнение $\log_2 x = \frac{1}{3}x$.

Решение. Строим графики функций $y = \log_2 x$ и функции $y = \frac{1}{3}x$.

График функции $y = \log_2 x$ может быть построен с помощью шаблона функции 2^x .

При отсутствии этого шаблона, выполняем построение геометрическим способом (черт. 13)

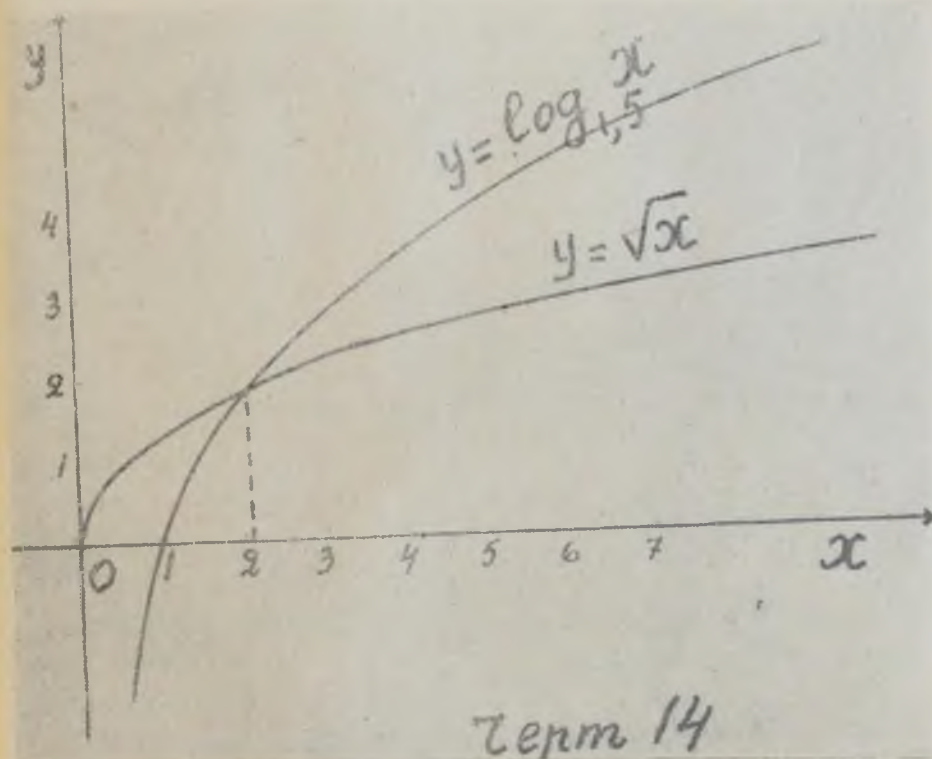
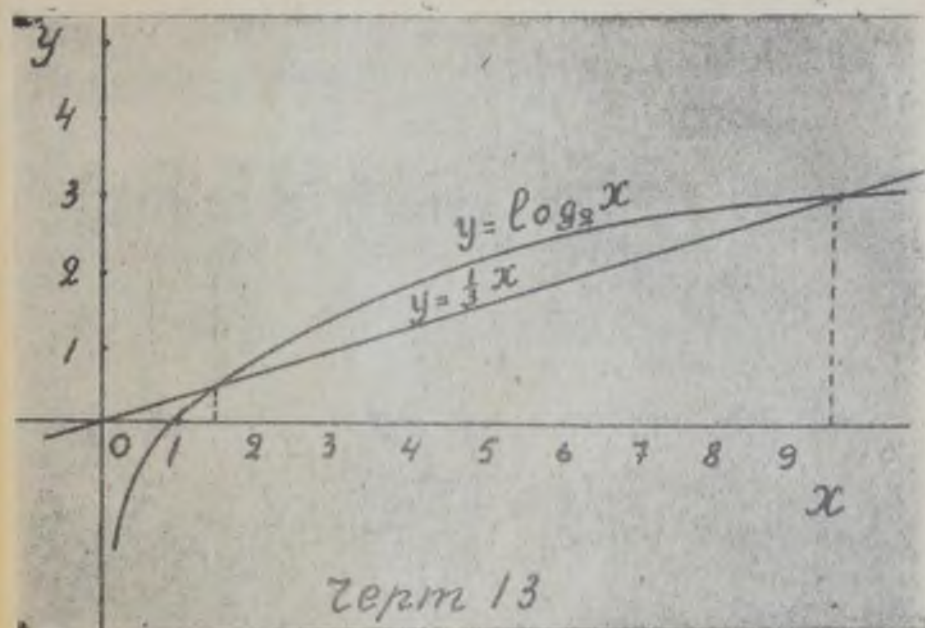
Графиком функции $y = \frac{1}{3}x$ служит прямая, проходящая через начало координат.

Уравнение имеет корни 1,4 и 9,8.

- 2) Уравнения вида $\log_a x = f(x)$, где $f(x)$ есть алгебраическая, но не линейная функция.

Пример 8. Графически решить уравнение $\log_{1,5} x = \sqrt{x}$.

Решение. Строим графики функций $y = \log_{1,5} x$ и $y = \sqrt{x}$.



Уравнение имеет корень $x_1 \approx 1.8$. (черт. 14).

В пределах чертежа кривые не имеют другой точки пересечения, но на основании рассмотренной нами теоремы мы можем утверждать, что существует ещё одна точка пересечения этих графиков.

Для нахождения второй точки пересечения рассуждаем так: графики функций $y = \log_{1,5} x$ и $y = \sqrt{x}$ пересекаются в точке с абсциссой, равной 1,8, следовательно, точки графика $y = \log_{1,5} x$ правее этой точки, лежат выше, чем точки графика функции $y = \sqrt{x}$.

Но после второго пересечения точки графика функции $y = \log_{1,5} x$ будут лежать ниже точек графика функции $y = \sqrt{x}$.

Для испытания будем брать значения x , являющиеся степенно основания 1,5, $1,5^2 = 2,25$; $1,5^4 \approx 5$; $1,5^8 \approx 25$; $1,5^{12} \approx 125$ и т. п.

Если $x = 125$, то значение $\log_{1,5} 125 \approx 12$,

а значение $\sqrt{125} \approx 11$

Значит, $\log_{1,5} 125 > \sqrt{125}$

Если $x = 125 \cdot 1,5 \approx 190$, то $\log_{1,5} 190 \approx 13$, а значение $\sqrt{190} \approx 14$

Значит, $\log_{1,5} 190 < \sqrt{190}$

Итак, точка пересечения заключена в интервале (125, 190)

Испытывая числа из этого интервала, можем сузить его.

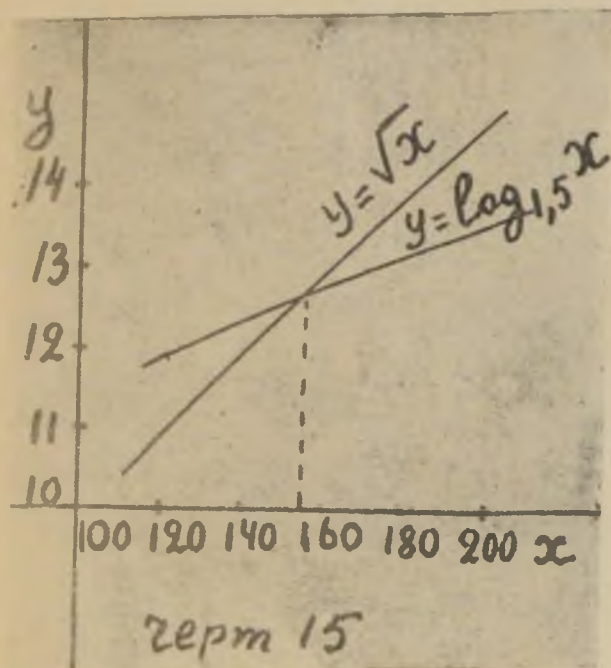
В самом деле при $x = 150$ имеем $\log_{1,5} 150 \approx 12,3$ и $\sqrt{150} \approx 12,2$.

При $x = 170$ — $\log_{1,5} 170 \approx 12,8$, а $\sqrt{170} \approx 13$

Значит, корень заключен в интервале (150, 170)

Произведем построение кривых $y = \log_{1,5} x$ и $y = \sqrt{x}$ в интервале $150 < x < 170$, взяв масштаб по оси абсцисс 2 единицы в 1 см., а по оси ОУ $\frac{1}{10}$ единицы в 1 см.

За начало координат берем точку (125, 12)



Так как графики этих кривых в рассматриваемом интервале мало чем отличаются от прямых линий, то вместо построения этих кривых строим соответствующие прямые (черт. 15).

Находим корень $x_2 \approx 155$.

Пример 9. Графически решить уравнение

$$\log_2 x = -x^2 + 7x - 7,25.$$

Решение. Строим графики функций

$$y = \log_2 x \text{ и}$$

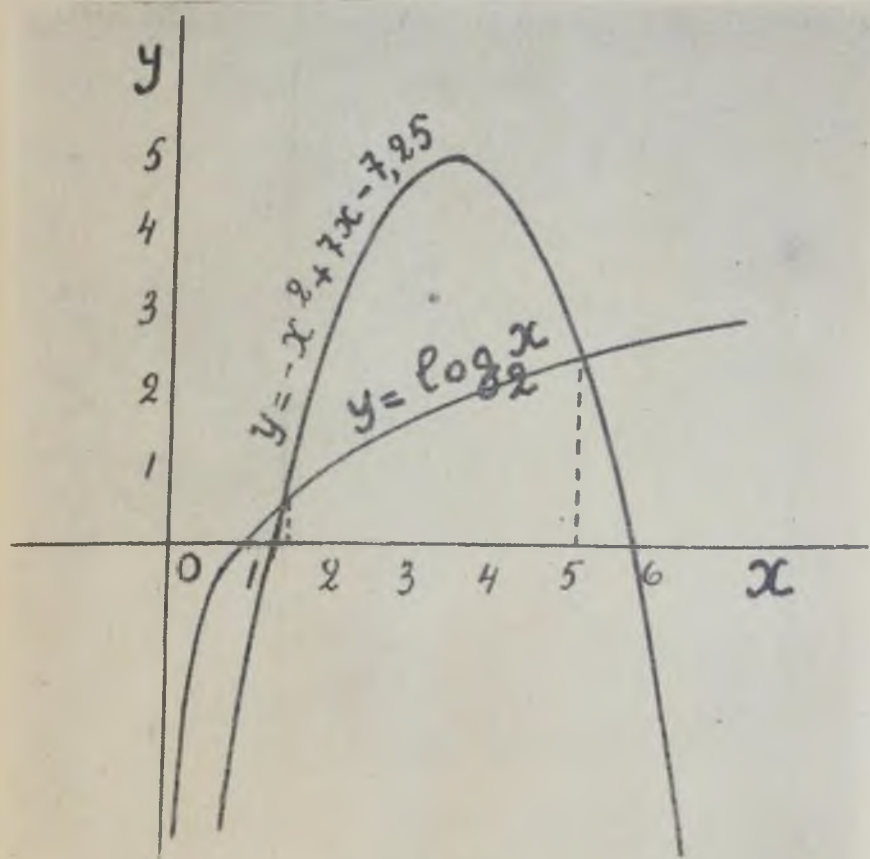
$$y = -x^2 + 7x - 7,25$$

Графиком функции

$$y = -x^2 + 7x - 7,25 = -(x - 3,5)^2 + 5$$

является парабола с вершиной в точке $(3,5;5)$ Ветви параболы обращены вниз.

Уравнение имеет корни $x_1 \approx 1,3$; $x_2 \approx 5,2$ и третий корень очень близок к нулю $x_3 \approx 0$ (черт. 16)



черт 16

Следовательно, третий корень должен быть таким, что значения x^2 и $7x$ можно пренебречь, но тогда

$$\log_2 x \approx -7,25; \quad x_3 \approx 0,005$$

3) Другие виды трансцендентных уравнений

Пример 10. Графически решить уравнение

$$2^{0,5x} = \sqrt{3-x^2}$$

Решение. Строим график функции $y = 2^{0,5x}$

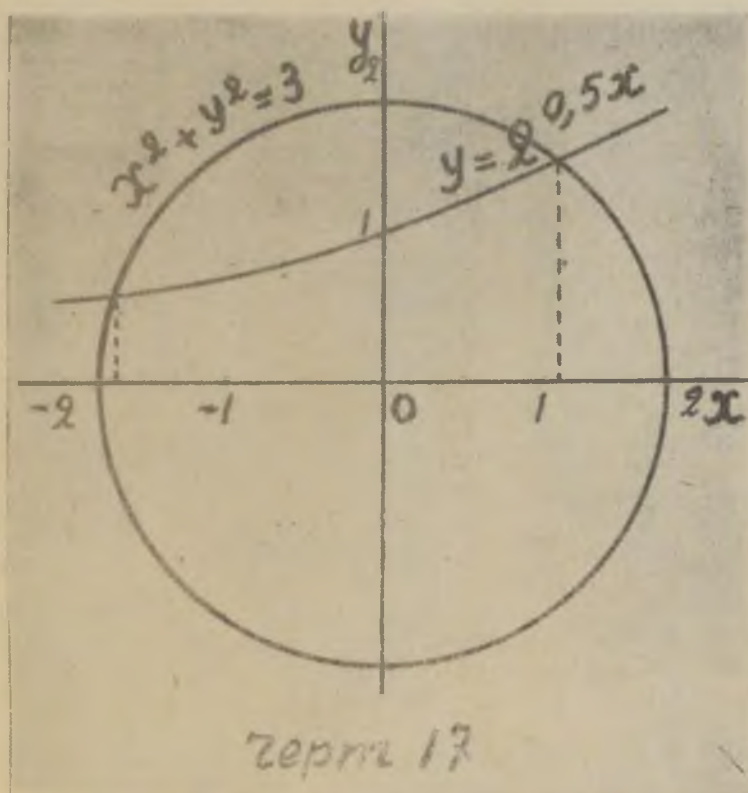
Для этого можно либо составить таблицу значений функций и построить её график по точкам, либо, представив эту функцию в виде $y = (2^{0,5})^x \approx (1,41)^x$, применить геометрический способ построения этой функции.

Для построения графика функции $y = \sqrt{3 - x^2}$, представим её уравнение в виде $x^2 + y^2 = 3$

Отсюда следует, что график есть окружность с центром в начале координат и с радиусом равным $\sqrt{3}$.

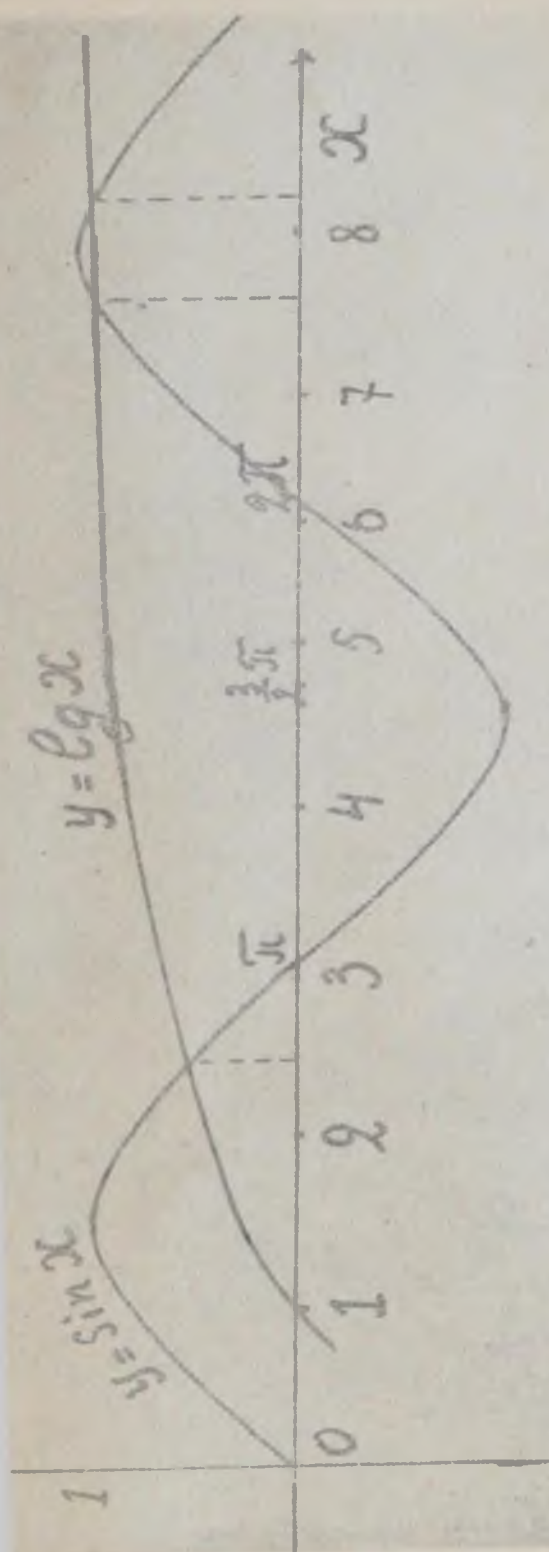
Как видим из чертежа, кривые пересекутся в точках имеющих абсциссы 1,6 и 1;

следовательно, $x_1 \approx -1,6$; $x_2 \approx 1$. (черт. 17)



Пример 11. Графически решить уравнение $\sin^2 x = \lg x$.

Решение. Построив графики функций $y = \sin^2 x$ и $y = \lg x$ (черт. 18), находим, что точки их пересечения имеют абсциссы: $x_1 \approx 2,7$; $x_2 \approx 4$; $x_3 \approx 8,3$.



зепм 18

Других точек пересечения графики функций $\lg x$ и $\sin x$ не имеют, так как в интервале $(8,3; 10)$, как видно из чертежа, эти кривые не пересекаются, а при значении аргумента $x > 10$ значение функции $\lg x$ больше 1, но значение функции $\sin x$ не могут превышать единицы.

5. Графическое решение систем трансцендентных уравнений

1) Графическое решение систем трансцендентных уравнений выполняется на основании тех же общих принципов, которые были рассмотрены при решении трансцендентных уравнений.

2) Примеры решения систем трансцендентных уравнений:

Пример 1. Графически решить систему уравнений

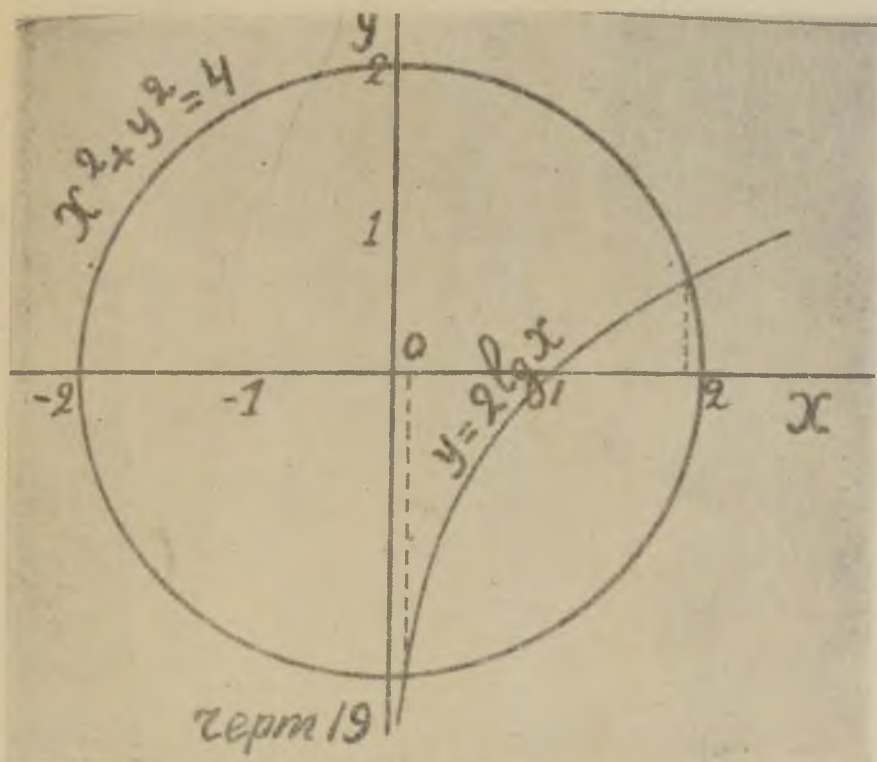
$$x^2 + y^2 = 4, \quad y = 2 \lg x$$

Решение. Для решения этой системы уравнений строим графики уравнения $x^2 + y^2 = 4$ и функции $2 \lg x$.

Первый график есть окружность с центром в начале координат и радиусом, равным 2 единицам масштаба; второй график есть логарифмическая кривая.

Пары координат точек пересечения этих графиков и составят решения данной системы уравнений: $x_1 \approx 0,1$; $y_1 \approx -2$;

$$x_2 \approx 1,9; \quad y_2 \approx 0,6. \quad (\text{черт. 19}).$$



Пример 2. Графически решить систему уравнений

$$(1) \begin{cases} y + \log_2 x = 1, \\ x + \log_2 y = 0,5. \end{cases}$$

Решение. Первое уравнение представим в виде $y = 1 - \log_2 x$, а второе заменим эквивалентным ему уравнением

$$y = 2^{0,5-x} = \left(\frac{1}{2}\right)^{x-0,5}$$

Таким образом, система (1) эквивалентна системе

$$(2) y = 1 - \log_2 x; \quad y = \left(\frac{1}{2}\right)^{x-0,5}$$

Для построения графика первой функции строим график, симметричный графику функции $\log_2 x$ по отношению к оси абсцисс, и затем смещаем построенный график вверх на единиц масштаба.

Графиком функции $y = \left(\frac{1}{2}\right)^{x-0,5}$ служит график функции $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$,

сдвинутый вправо от начала координат на 0,5 единицы масштаба.

Решением системы является пара чисел $x_1 \approx 1,4$; $y_1 \approx 0,54$.

Пример 3. Графически решить систему уравнений (1)

$$(1) \quad y^2 - 2x = 1 + x^2, \quad \lg x + \lg y = 1.$$

Ответ: $x \approx 2,7$; $y \approx 3,7$

Указание. Система (1) эквивалентна совокупности систем

$$(2) y = 1 + x; \quad \lg x + \lg y = 1 \text{ и } (3) y = -(1 + x), \quad \lg x + \lg y = 1$$

Система (3) противоречива. Система (2) эквивалентна смешанной системе $y = 1 + x$, $xy \approx 10$, $x > 0$, $y > 0$.

Примеры для упражнений в графическом решении уравнений

$$1. 2^x + 0,5x = 1.$$

$$2. 1,6^x = x - 1,4$$

$$3. \left(\frac{1}{3}\right)^x = 2 - x$$

$$4. (0,6)^x = 2x + 3$$

$$5. 1,2^{2x} = \frac{x}{2} - 4$$

$$6. 2^x = 1 + 3,5x - x^2$$

$$7. 0,5^x = 2x^2$$

$$8. x + 2x^2 - 1,5^x = 0$$

$$9. 1,4^x = x^2$$

$$10. 5^x = \frac{1}{3}x^2 - 2.$$

М. М. БОРОДАНОВ.
ст. преподаватель кафедры математики

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ И ПОЛУЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ БУМАГИ ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ И ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

1. Устройство логарифмической бумаги. В настоящее время при различного рода технических расчетах широкое распространение получила логарифмическая и полулогарифмическая бумага, а также бумаги, использующие другие функциональные шкалы (например, полярная, вероятностная).

Использование этих специальных типов бумаги для решения различного рода задач и уравнений состоит в построении графиков в декартовой системе координат при условии, что шкалы, откладываемые на осях координат, являются **н е р а в н о м е р н ы м и**.

Программой средней школы не предусматривается ознакомление учащихся с бумагами, использующими функциональные шкалы. Но в связи с тем, что в настоящее время в программу IX-го класса средней школы включено изучение логарифмической линейки, ознакомление учащихся с устройством и употреблением логарифмической и полулогарифмической бумаги будет чрезвычайно полезным и облегчит понимание устройства и употребления логарифмической линейки.

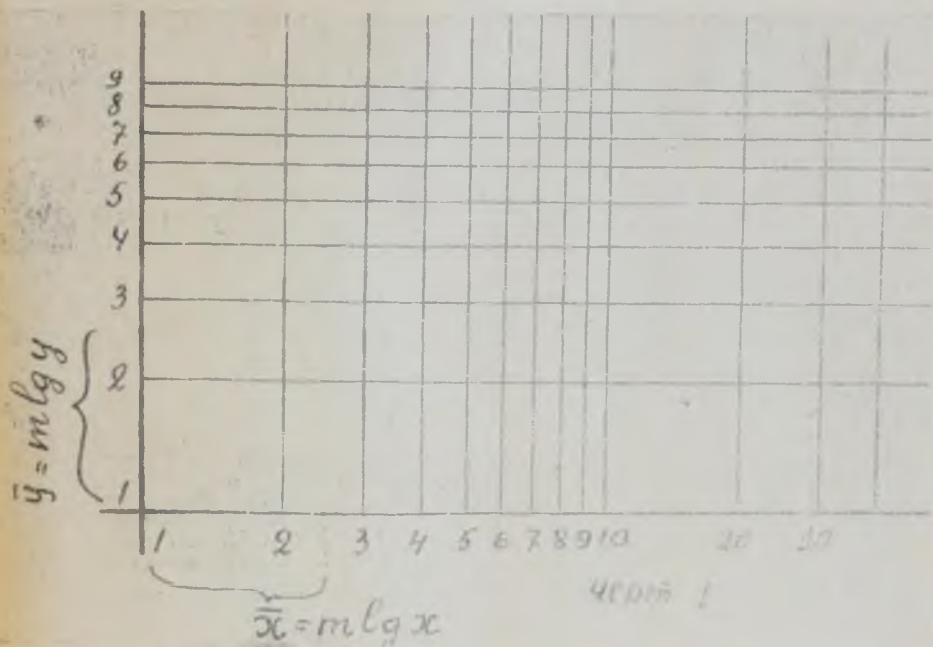
Логарифмическая и полулогарифмическая бумага во многих случаях упрощает построение графиков некоторых функций, выражаемых через показательную и логарифмическую функцию а также может быть использована для установления зависимости между величинами, ряд значений которых найдены посредством опыта.

Логарифмической бумагой называется такая бумага, на которой по двум взаимно перпендикулярным направлениям OX и OY нанесены деления по уравнению $X = \text{ml}gx$ и $Y = \text{ml}gy$, т. е. каждое число X изображается на оси OX отрезком, длина которого равна $\text{ml}gx$, а каждое число y изображается на оси OY отрезком, длина которого равна $\text{ml}gy$ (черт. 1).

Поэтому на логарифмической бумаге деления соответствуют не числам, а их логарифмам.

Начало координат обозначено на бумаге меткой (1,1) так как если $x=1$ и $y=1$, то $X = \text{ml}g1 = 0$, $Y = \text{ml}g1 = 0$.

Числу 2 на обоих осях (шкалах) соответствует точка, находящаяся от начала координат на расстоянии $\text{ml}g2$ и т. д.; числу 10 соот-



ветствует точка, находящаяся от начала координат на расстоянии $m \lg 10$, т. е. m .

Если положить $m=1$, то за единицу масштаба на логарифмической бумаге принимаем отрезок шкалы от деления 1 до деления 10, так как $\lg 10=1$ (черт. 1).

При этом масштабе отрезки шкал, равные расстояниям от деления 1 до делений 2, 3, 4..., равны соответственно логарифмам чисел 2, 3, 4...,

Легко видеть, что на такой бумаге отрезки шкал от 10 до 100, от 100 до 1000, а также отрезки шкал от 0,1 до 1; от 0,01 до 0,1 и т. д. по длине соответственно равны отрезкам шкал от 1 до 10.

В самом деле: $\lg 100 - \lg 10 = 2 - 1 = 1$, $\lg 10 - \lg 1 = 1$,
 $\lg 0,1 - \lg 0,01 = -1 - (-2) = 1$.

2. График степенной функции на логарифмической бумаге.

Пусть зависимость между x и y задана уравнением

(1) $y = cx^n$, в интервале $0 < x < \infty$, где C — положительное число.

В прямоугольной системе координат с равномерными шкалами функция, заданная уравнением (1), изобразится ветвью параболы n -го порядка.

Рассмотрим, как эта же функция изобразится в прямоугольной системе координат с логарифмическими шкалами.

Логарифмируя правую и левую часть уравнения (1), находим:

(2) $\lg y = \lg c + n \lg x$

Так как $\lg y$ — есть ордината Y в логарифмической системе коор-

динат, $\lg x$ есть абсцисса X в этой системе координат, то, полагая $\lg c = v$ и производя замену $\lg y = Y$, и $\lg x = X$ получаем уравнение

$$(3) X = nY + v$$

Таким образом, если между переменными x и y существует зависимость (1), то между переменными $\lg x$ и $\lg y$ имеет место зависимость (3); очевидно, что обратно—зависимость (3) влечет за собой зависимость (1).

Но зависимость (2)—линейная. Она показывает, что если мы числа x и y , связанные зависимостью (1), будем изображать на логарифмической бумаге, то между числами X и Y , соответствующими логарифмам чисел x и y , будет зависимость (3), т. е. линейная зависимость, в виду чего точки с координатами X и Y нанесенные на логарифмическую бумагу в принятом для нее масштабе расположатся на одной и той же прямой.

Если зависимость между переменными x и y выражается формулой:

$$x^m y^n = c, \text{ где } c > 0, x > 0, y > 0,$$

то логарифмируя правую и левую часть этого равенства, получим:

$$m \lg x + n \lg y = \lg c$$

Полагая, что $\lg x = X$ и $\lg y = Y$, $\lg c = v$, приведем к уравнению

$$mX + nY = v;$$

это уравнение прямой, проходящей через точки $\left(0, \frac{v}{n}\right); \left(\frac{v}{m}, 0\right)$

Построение этой прямой не вызывает затруднений.

Таким образом, при употреблении логарифмической бумаги прямая линия является изображением степенной функции, при этом для функции $y = cx^n$ $x > 0$:

1) абсцисса X точки прямой равна логарифму значения аргумента x ;

2) ордината Y точки прямой равна логарифму значения функции y ;

3) наклон n прямой $Y = nX + v$ есть показатель степени n ;

4) начальная ордината V прямой равна логарифму коэффициента C .

Если $x > 1$, то при $n > 0$ прямая, а следовательно, и соответствующий ей график степенной функции поднимается и функция возрастает, а при $n < 0$ прямая и соответственно этому график функции опускается и степенная функция убывает. При $x < 1$, имеет место обратное соотношение. Для построения графика функции $y = cx^n$ на логарифмической бумаге достаточно построить две точки ее графика и через эти точки провести прямую линию.

Пример 1. Построить график функции

$$(1) y = 1,6\sqrt{x}$$

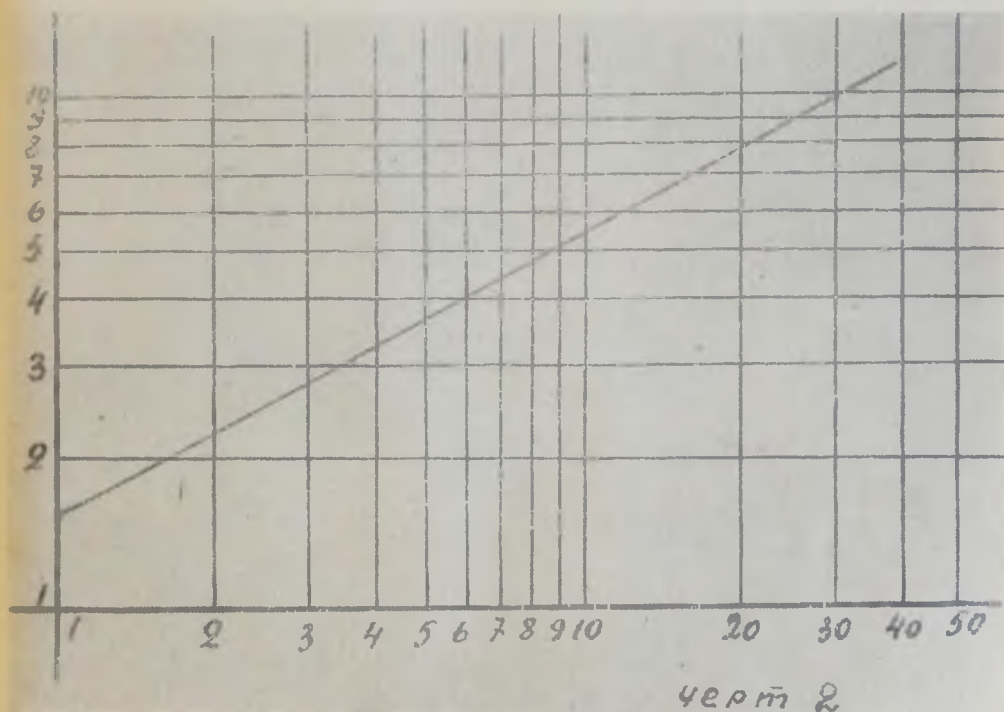
Построение. Графиком функции (1) в системе координат с логарифмическими шкалами будет являться прямая линия. Для построения этой прямой достаточно найти ее две точки в логарифмической системе координат.

Если $x=1$, то $y=1,6$. Значит, в системе координат с равномерными шкалами по осям кривая, соответствующая функции (1), пройдет через точку $A(1; 1,6)$. В системе логарифмических координат

точке А соответствует точка A_1 , абсцисса которой равна логарифму значения абсциссы точки А, а ордината — логарифму значения ординаты этой точки. Но нам нет необходимости находить логарифмы этих значений, так как на шкалах нанесены деления, соответствующие числам, а не их логарифмам.

Таким образом, в логарифмической системе координат прямая, соответствующая функции (1), пройдет через точку А (1,16).

Полагая, что $x=4$, найдем $y=3,2$ исходя из приведенных рассуждений, можно утверждать, что второй точкой, через которую пройдет прямая, будет точка (4;3,2) (черт. 2).



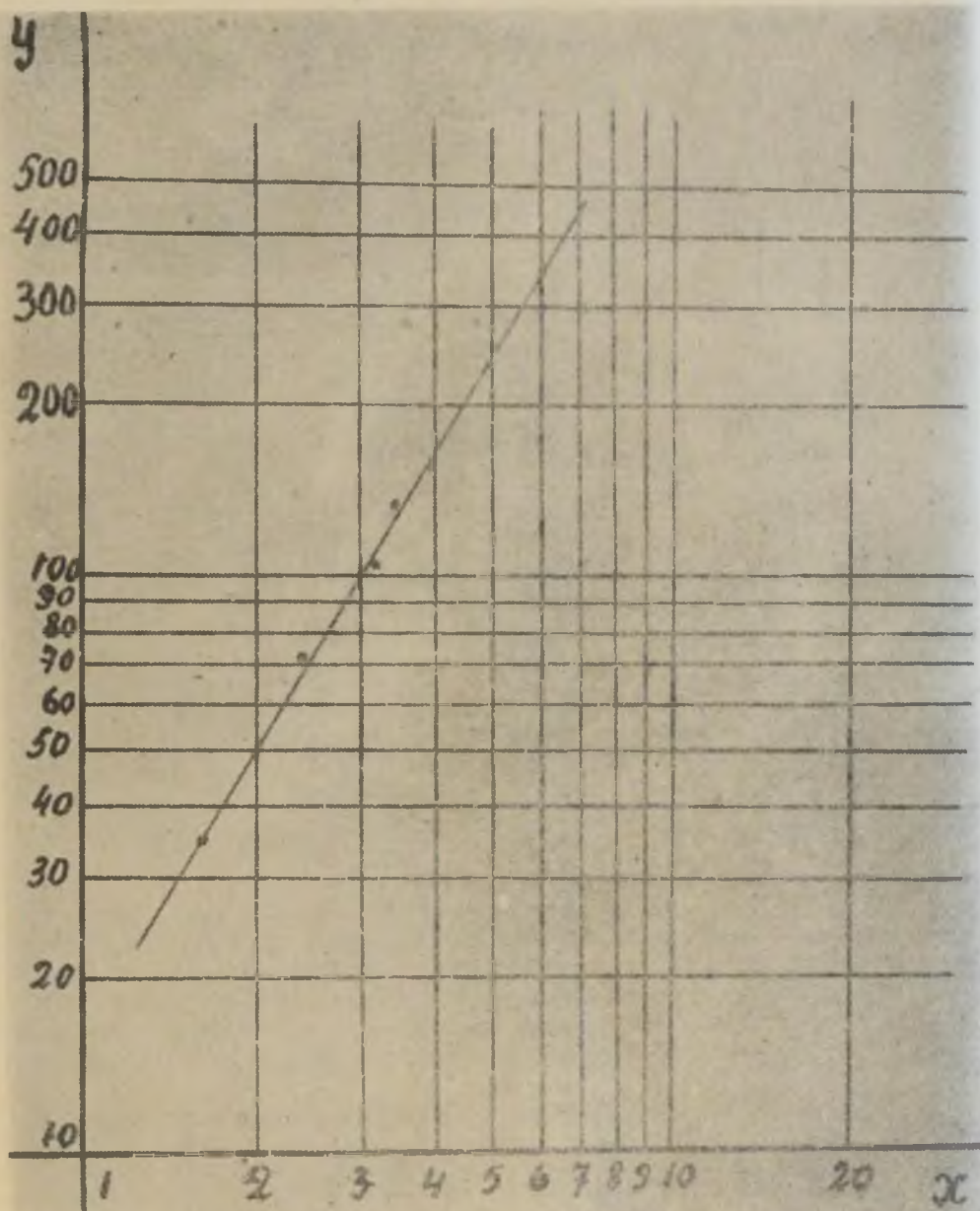
3. Использование логарифмической бумаги для выявления зависимости между переменными величинами некоторых явлений физики, техники или естествознания. Если заранее известно, что между величинами существует зависимость, выражающаяся степенной функцией, то, зная из опыта или наблюдения ряд пар значений аргумента и функции, можно с помощью логарифмической бумаги выявить эту зависимость.

Пример 2. При опытах над тягой судов была составлена следующая таблица значений силы натяжения каната P кг и скоростью судов V (миль час):

V (миль час)	1,6	2,43	3,18	3,6	4,03
P (кг)	24,5	72,6	108,9	145,1	167,8

Требуется найти аналитическое выражение для зависимости между P и V .

Решение. Так как скорость V изменяется в пределах от 1 до 10, а сила P — в пределах от 10 до 200, то начало координат отметим



Черт. 3

меткой (1,10) (с целью экономии места мы по вертикали зашли во второй квадрат).

Построив точки, соответствующие значениям P и V замечаем, что эти точки довольно точно располагаются на одной и той же прямой.

Значит, между P и V зависимость выражается формулой

$$(1) P = CV^n$$

Для определения коэффициента C и показателя степени n строим прямую линию, проходящую через возможно большее число точек, и выбираем на ней произвольные точки, но все же такие, координаты которых удобны для вычислений.

Возьмем точки (1,8;40) и (2,8;90). Подставляя координаты этих точек в уравнение (1), получаем

$$40 = C \cdot 1,8^n \text{ и } 90 = C \cdot 2,8^n$$

Решая эту систему уравнений, последовательно получаем

$$\left(\frac{2,8^n}{1,8^n}\right) = \frac{90}{40}; \quad n = 1,83 \text{ и } C = 13,7$$

Итак, $P = 13,7 V^{1,83}$ (черт. 3).

4. Устройство полулогарифмической бумаги. Полулогарифмической бумагой называется бумага, в которой отсчет по осям координат выполняется по уравнениям:

$$(1) Y = m \lg y, \quad X = mx$$

или по уравнениям

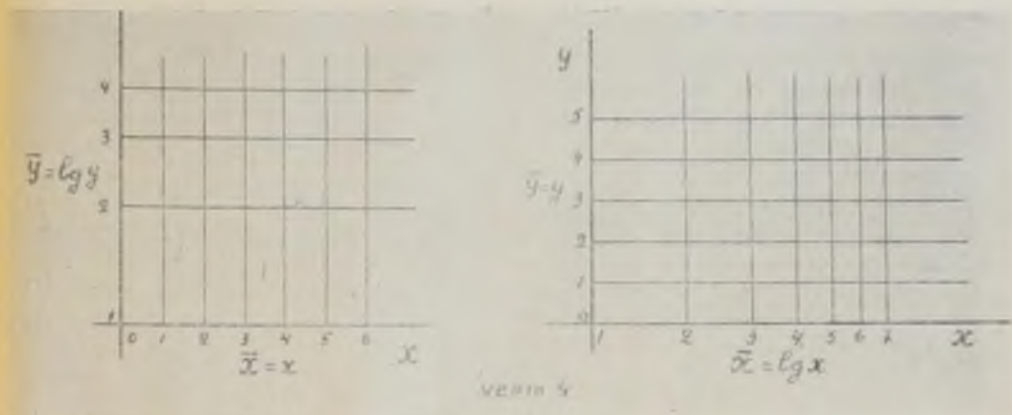
$$(2) Y = my, \quad X = n \lg x$$

Если же принять $m=1$, то отсчет по осям координат будет выполняться по уравнениям:

$$(1') Y = \lg y, \quad X = x$$

или по уравнениям

$$(2') Y = y, \quad X = \lg x \quad (\text{черт. 4}).$$



Легко видеть, что построение графиков показательной функций $y=a^x$ на полулогарифмической бумаге (1) и построение графиков логарифмической функции на полулогарифмической бумаге (2) состоит в построении прямых линий, проходящих через начало координат.

1) Действительно, пусть требуется построить график функции $y=a^x$ в системе координат, заданных уравнениями (1'). Логарифмируя левую и правую часть равенства

$$(3) y=a^x,$$

получим уравнение:

$$(4) \lg y = x \lg a.$$

Полагая $X=x$, $\lg y=Y$,
получим уравнение:

$$(5) Y = \lg a \cdot X$$

или, обозначая коэффициент $\lg a$ через K ,—уравнение

$$Y = KX$$

Это уравнение прямой, проходящей через начало координат (0,1) и имеющей угловой коэффициент K .

Значит, графиком функций (3), в системе координат определяемых уравнениями (1'), будет прямая линия.

2) Пусть требуется построить график функции $y=n \lg cx$ в системе координат, заданных уравнениями (2').

Полагая

$$\lg x = X, \quad y = Y,$$

получим уравнение

$$Y = n \lg c + n X$$

или, обозначая $n \lg c$ через b в уравнение

$$Y = n X + b.$$

Таким образом, графиком функции $y=n \lg cx$ при употреблении полулогарифмической бумаги, является прямая линия $Y=n X + b$, для построения которой достаточно знать две принадлежащие ей точки.

Пример 3. Построить графики функций:

$$y=10^x, \quad y=10^{-x}, \quad y=10^{2x}, \quad y=2 \cdot 10^x, \quad y=10^{-2x}.$$

в системе полулогарифмических координат.

Решение. Логарифмируя левую и правую части уравнений и надлежащим образом выполняя замену переменных, соответственно получим уравнения прямых:

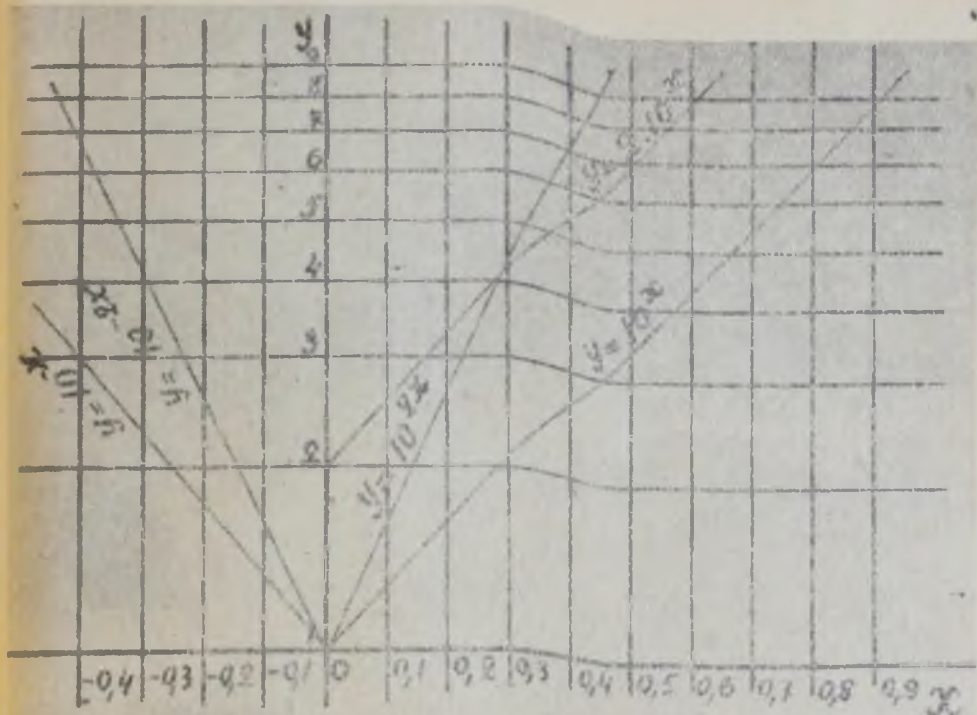
$$Y=X, \quad Y=-X, \quad Y=2X, \quad Y=X+\lg 2, \quad Y=-2X.$$

Построение графиков этих прямых не вызывает затруднений (черт. 5).

Пример 4. Построить в полулогарифмической системе координат график функции

$$(1) y=1,5 \cdot 2,5^{x+1}$$

Решение. Логарифмируя левую и правую часть уравнения (1),



черт. 5

получим. (2) $\lg y = \lg 1,5 + (x + 1) \lg 2,5 = \lg 1,5 \cdot 2,5 + x \lg 2,5$
 Полагая $\lg y = Y$ и $x = X$ и обозначая $\lg 2,5$ через K и $\lg 1,5 \cdot 2,5$ через b , получим уравнение

$$Y = KX + b,$$

которое в новой системе координат является уравнением прямой.

Для построения графика этой прямой необходимо построить две принадлежащие ей точки.

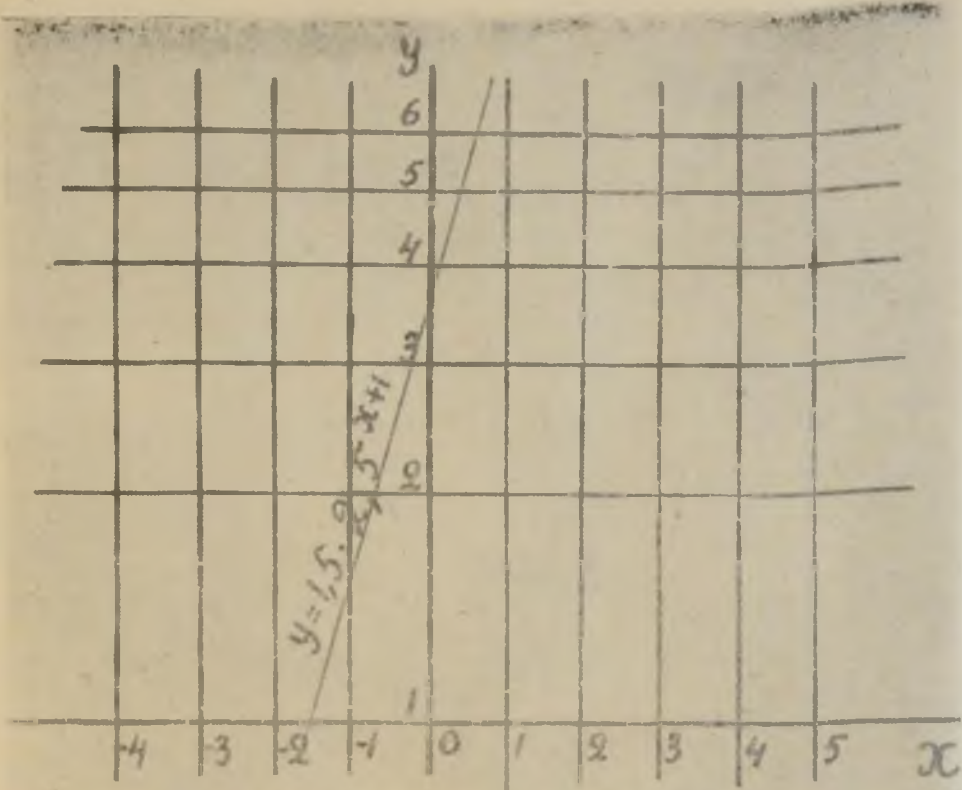
Если $x = -1$, то $y = 1,5$; если $x = 0$, то $y = 3,75$

Таким образом, прямая проходит через точки

$(-1; 1,5)$ и $(0; 3,75)$ (черт. 6).

Пример 5. Число оборотов n каната вокруг столба и натяжение p кг, уравновешиваемое силой в 1 кг, связаны зависимостью, заданной следующей таблицей:

n	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	
p	1,6	3,0	5,1	8,0	14,0	23,0	



герм 6

Найти аналитическое выражение зависимости величин p и Π предполагая, что она имеет вид $p = a^{\Pi}$ *), и пользуясь поэтому полулогарифмической бумагой.

Решение. На полулогарифмической бумаге с сеткой, заданной уравнениями $Y = \lg y$, $X = x$, строим точки, координатами которых служат соответствующие значения величин Π и p .

Заметив, что построенные точки довольно близко располагаются по обе стороны от некоторой прямой, заключаем, что зависимость между p и Π с достаточным приближением может быть выражена формулой $p = a^{\Pi}$, и проводим наиболее выгодным образом эту прямую.

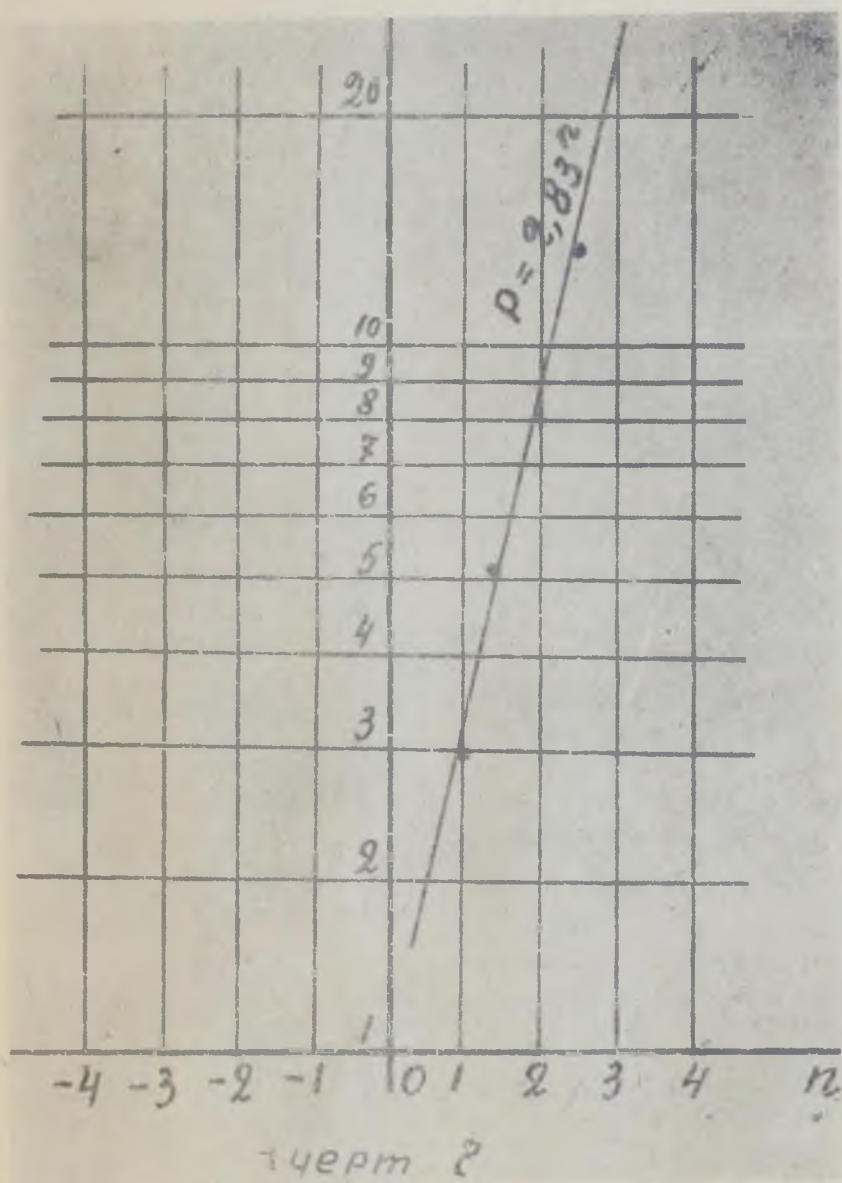
Для определения a возьмем на полученной прямой какую-либо точку (2; 8,0) и составляем уравнение $a^2 = 8,0$.

Отсюда получаем:

$$\lg a = \frac{\lg 8,0}{2} = \frac{0,9031}{2} = 0,4515. \quad a \approx 2,83$$

*) Тот факт, что зависимость между P и Π имеет вид, $p = a^{\Pi}$ устанавливается эмпирически.

Таким образом, зависимость между P и n выражается формулой $P = 2,83^n$ (черт. 7)



Пример 6. В полулогарифмической системе координат построить график функции

$$(1) \quad y = 3 \lg 5x$$

Решение. Переходя к полулогарифмическим координатам, заданным уравнениями:

$$X = \lg x, \quad Y = y,$$

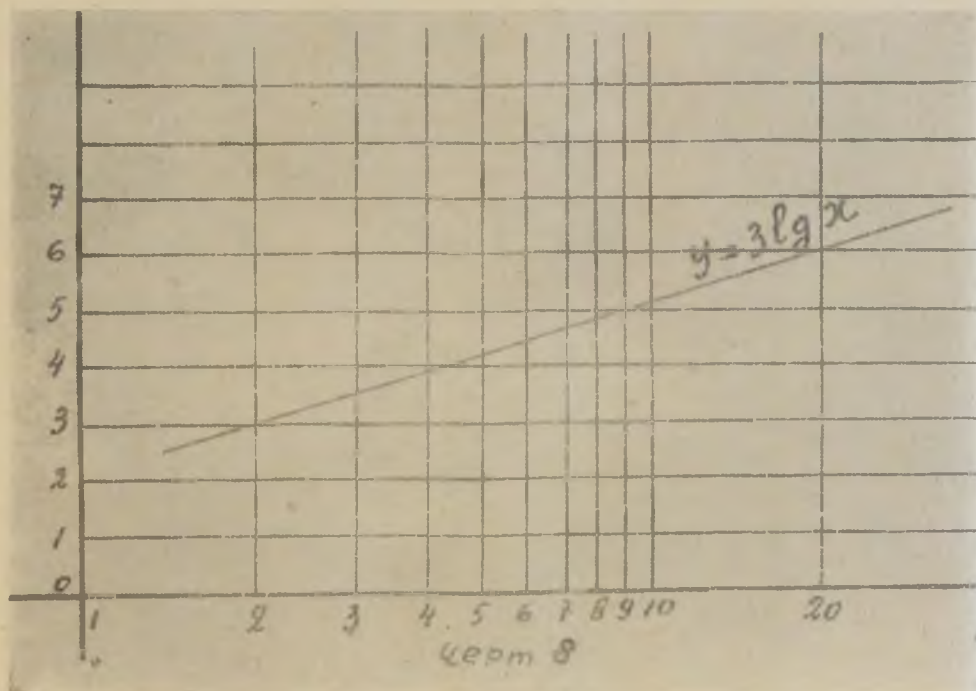
заменяем уравнение (1) уравнением

$$(2) Y = 3X + 3 \lg 5.$$

Это — уравнение прямой.

Для построения этой прямой находим две принадлежащие ей точки:

если $x=2$, то $y=3$; если $x=20$, то $y=6$ (черт. 8).



Примечание. Представление уравнения (1) в форме уравнения (2) делается лишь для того, чтобы показать, что графиком данной функции в системе полулогарифмических координат является прямая.

Построение же этой прямой производится по уравнению (1). Для этого достаточно определить координаты двух точек, что и сделано в нашем примере.

5. Решение простейших трансцендентных уравнений с использованием полулогарифмической бумаги.

Пример 1. Графически решить уравнение

$$(1) 3^x = 5.$$

Решение. Для решения уравнения (1) в полулогарифмической системе координат, заданных уравнениями

$$Y = \lg y \quad \text{и} \quad X = x,$$

строим графики функций:

$$x=3^x \text{ и } y=5$$

Проводя рассуждения, аналогичные предыдущим, находим, что графиком функции $y=3^x$ будет прямая

$$y=\lg 3 \cdot X$$

эта прямая проходит через точки с координатами $x=0, y=1$ и $x=1, y=3$, т. е. через начало координат $(0,1)$ и точку $(1,3)$.

Графиком функции $y=5$, будет являться прямая, заданная уравнением

$$y=\lg 5,$$

т. е. прямая, параллельная оси абсцисс и проходящая через точку $(0,5)$.

Абсцисса 1,46, точки пересечения $(1,46;5)$ этих прямых удовлетворяет данному уравнению. Итак, уравнение имеет корень 1,46

(черт. 9).

Пример 2. Графически решить уравнение

$$(1) 2 \cdot 1,8^{2x} = 12.$$

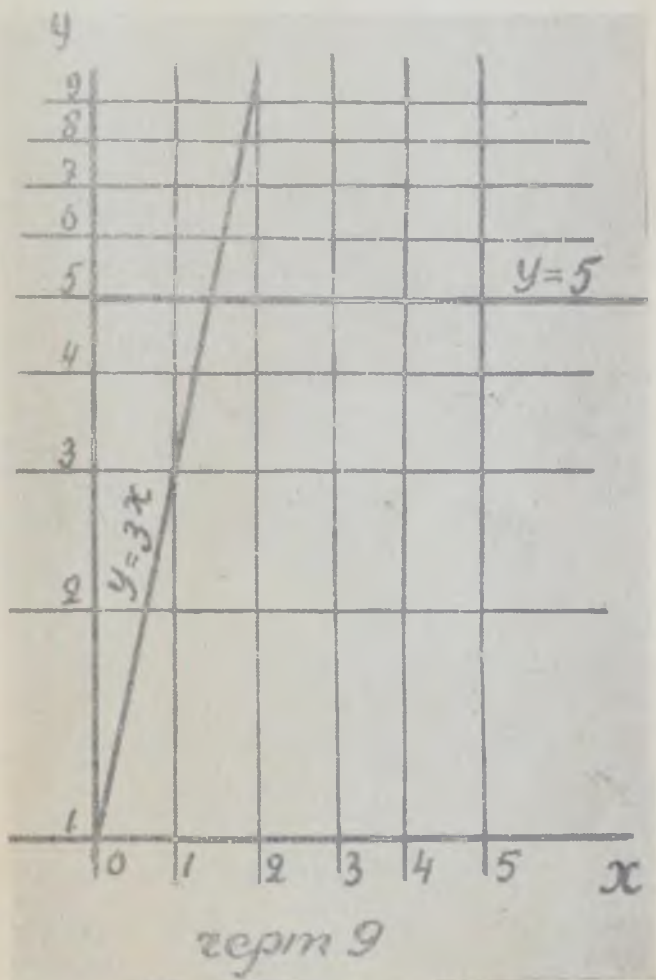
Решение. Строим в полулогарифмических координатах графики функций

$$y=2 \cdot 1,8^{2x} \text{ и } y=12.$$

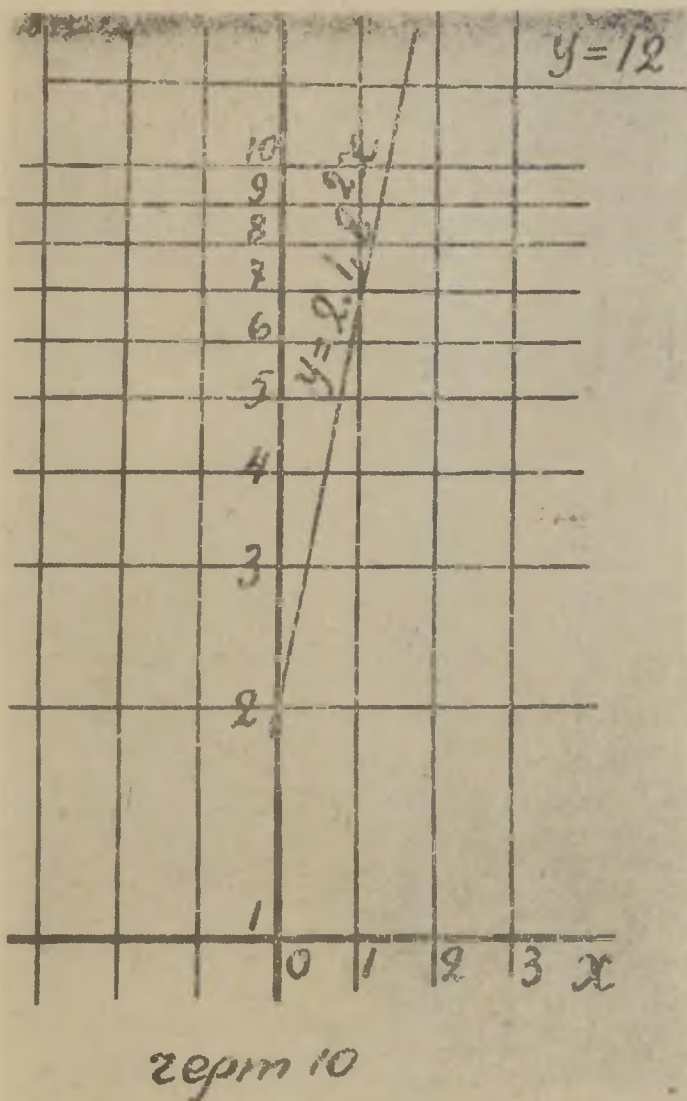
Графиком функции $y=2 \cdot 1,8^{2x}$ служит прямая, проходящая через точки $x=0, y=2$ и $x=0,5, y=3,6$.

(Значения x подбираем так, чтобы легко вычислялось значение функции y).

Графиком функции $y=12$ служит прямая, параллельная оси абсцисс и проходящая через точку $(0,12)$.



Абсцисса точки пересечения этих прямых равна 1,6. Это и есть корень данного уравнения (черт. 10).



Пример 3. Графически решить уравнение

$$(1) \ 5 \lg x = 7.$$

Решение. На полулогарифмической бумаге с сеткой, определяемой уравнениями $Y=y$, $X=\lg x$, строим графики функций

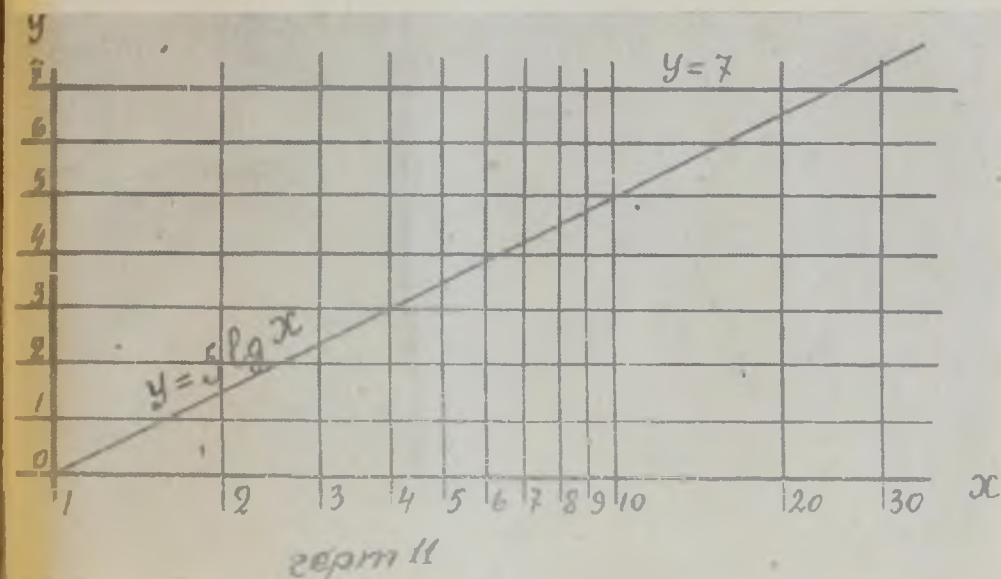
$$y=5 \lg x \text{ и } y=7$$

Графиком функции $Y=5 \lg x$ будет являться прямая $Y=5 X$, т.е. прямая, проходящая через начало координат (1,0) и точку (10,5).

Графиком функции $y=7$ является прямая $Y=\lg 7$, проходящая параллельно оси абсцисс и отстоящая от нее на расстоянии $\lg 7$ еди-

ниц длины, т. е. проходящая через точку (1,7) в полулогарифмической системе координат.

Прямые пересекутся в точке, абсцисса которой равна 25,1. Это число и является корнем уравнения (1) (черт. 11).



Для данного примера определим, с какой точностью найдено решение этого уравнения.

Легко убедиться, что корень уравнения (1) найден с точностью до 0,1. В самом деле, подставляя, вместо неизвестного x , его значение левую часть уравнения получим:

$$5 \lg 25,1 = 5 \cdot 1,3997 = 6,9985.$$

Взяв для корня значение на 0,1 большее, то-есть число 25,2, получим:

$$5 \lg 25,2 = 5 \cdot 1,4014 = 7,0070.$$

Таким образом, корень уравнения (1) заключен между числами 25,1 и 25,2.

Пример 4. Графически решить уравнение (1)

$$2 \lg 2x = 3.$$

Решение. Строим в полулогарифмических координатах графики функций.

$$y = 2 \lg 2x \text{ и } y = 3.$$

Графиком первой функции служит прямая, имеющая уравнение

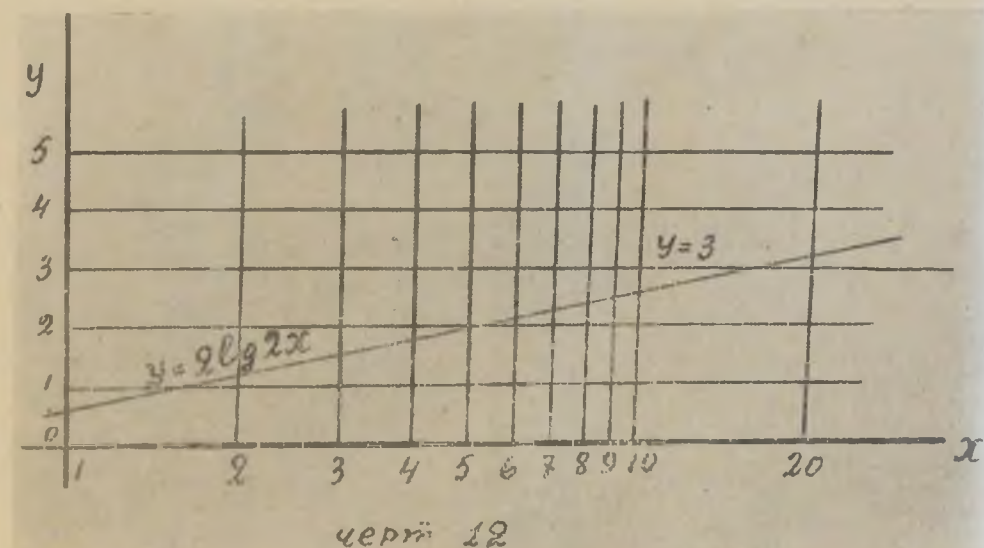
$$(2) y = 2 \lg x + 2 \lg 2 = 2 \lg x + 0,602$$

и поэтому проходящая через точки (1;0,602) и (10;2,602).

Примечание. Для нахождения точек прямой абсциссы выбираем произвольно 1 и 10, а ординаты вычисляем, исходя из уравнения прямой.

Графиком функции $y=3$ является прямая, параллельная оси ox и отстоящая от нее на расстоянии 3 единиц длины.

Графики этих функций пересекаются в точке с абсциссой, равной 15,8; это и есть корень данного уравнения (черт. 12).



Пример 5. Решить графически уравнение

$$(1) \quad 1,8 \lg \frac{x}{2} = \lg x$$

Решение. Строим график функции

$$y = 1,8 \lg \frac{x}{2} = 1,8 \lg x - 1,8 \lg 2 = 1,8 \lg x - 0,542.$$

В полулогарифмической системе координат это будет прямая, заданная уравнением:

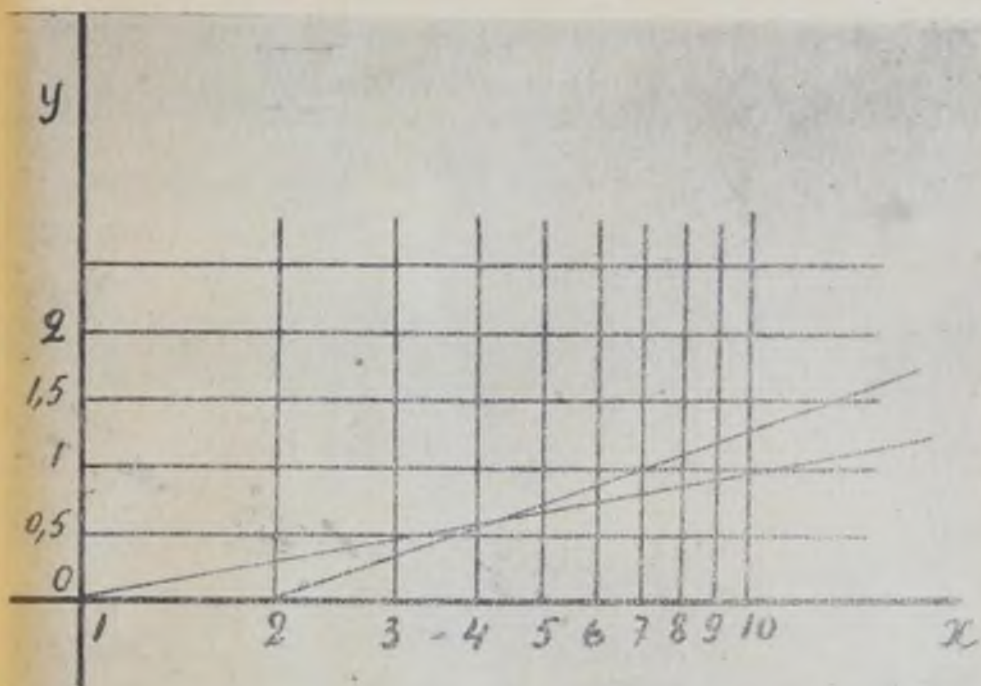
$$Y = 1,8 X - 0,542.$$

Если $x=2$, то $y=0$ и тогда прямая пройдет через точку $(2,0)$

Если $x=20$, то $y=1,258$, прямая пройдет через точку $(20, 1,258)$.

Графиком функции $y=\lg x$, как легко видеть, в полулогарифмической системе координат будет прямая, проходящая через начало координат $O(1,0)$ и, например, точку $(10,1)$. Графики этих функций пересекутся в точке с абсциссой, равной 4,7; это и есть корень данного уравнения.

Проверкой убеждаемся, что корень найден с точностью до 0,1 (черт. 13).



черт 13.

Пример 6. Графически решить уравнение

$$(1) 2^x = 3,7^{\frac{x}{6} + 1} = 3.$$

Решение. Для решения уравнения (1) необходимо воспользоваться системой координат, заданной уравнениями

$$Y = \lg y, \quad X = x$$

Строим графики функций $y = 2^x$ и функции

$$y = 3,7^{\frac{x}{6} + 1}$$

Графиком функции $y = 2^x$ является прямая $Y = X \cdot \lg 2$, проходящая через точку 0 (0,1) и точку (1,2). Точка 0 (0,1) есть начало координат.

Графиком функции $y = 3,7^{\frac{x}{6} + 1}$ будет прямая, заданная уравнением $Y = \left(\frac{x}{6} + 1\right) \lg 3,7$.

Найдем пару точек, через которые проходит эта прямая.

Если $x = -6$, то $y = 3,7^{\frac{-6}{6} + 1} = 1$

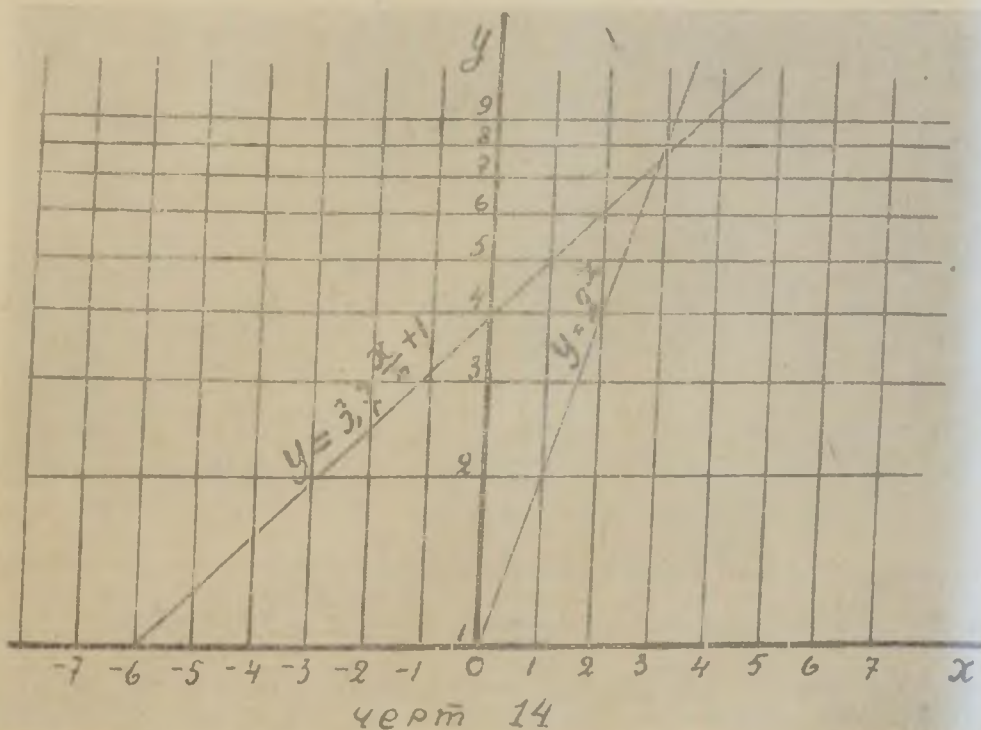
Если $x=0$, то $y=3,7^{0,1}=3,7$.

Значит, прямая проходит через точки

$(-6,1)$ и $(0,3,7)$

Построив прямые, найдем, что они пересекутся в точке с абсциссой 2,8.

Таким образом, корнем данного уравнения служит число 2, (черт. 14)



Проверка. Находим значение левой и правой частей уравнения

$$2^{2,8} \approx 6,9; \quad 3,7 \frac{2,8+1}{6} \approx 3,7^{1,47} \approx 6,8$$

На разобранных примерах мы показали, что простейшие трансцендентные уравнения с использованием полулогарифмической бумаги решаются довольно просто.

Однако применение полулогарифмической бумаги для решения уравнений ограничено тем, что рассмотренным способом невозможно строить графики трансцендентных функций, в выражения которых вместе с показательными или логарифмическими функциями входят и другие виды функций (линейные, квадратные, тригонометрические)*.

*) Подробное изложение этого вопроса можно найти в книге Млодзиевский „Числовое решение уравнений“. Москва, 1924.

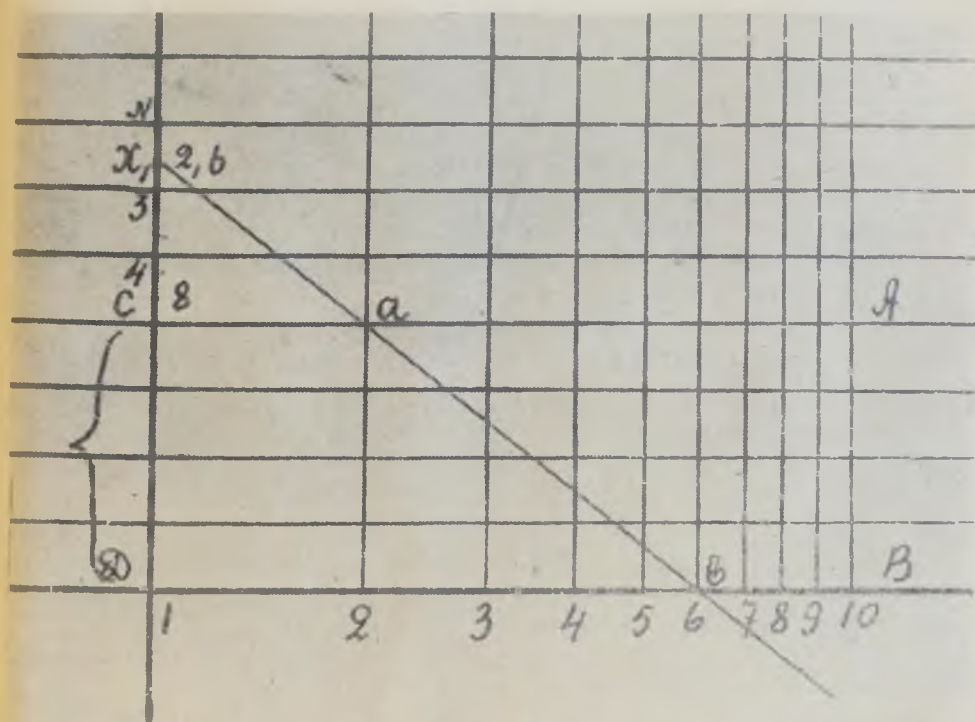
Использование логарифмической и полулогарифмической бумаги чрезвычайно полезно для учащихся, приступающих к изучению логарифмической линейки.

Те из учащихся, которые познакомятся с использованием полулогарифмической или логарифмической бумаги, не будут испытывать затруднений при знакомстве со шкалой логарифмической линейки.

6. Использование полулогарифмической бумаги для устройства номограмм. Пользуясь полулогарифмической бумагой, можно легко построить простейшую номограмму, с помощью которой могут быть решены многие показательные уравнения вида $a^{(x)} = b$.

Рассмотрим устройство такой номограммы. На полулогарифмической бумаге с сеткой, построенной по уравнениям $Y=y$ и $X=\lg x$, возьмем две параллельные прямые А и В, находящиеся одна от другой на некотором расстоянии d

(черт. 15).



черт 15.

Проведем к ним общий перпендикуляр СД. Полупрямые СА и ДВ представляют собой логарифмические шкалы.

На продолжении СЕ отрезка ДС строим для различных точек N луча СЕ шкалу отношений $\frac{N D}{N C}$: именно, если для точки N луча

СЕ справедливо равенство $\frac{ND}{NC} = n$, то против точки N ставим

число n .

Практически построение шкалы отношений может быть выполнено, исходя из следующих рассуждений:

$$ND = NC + d, \text{ значит } \frac{ND}{NC} = \frac{NC + d}{NC} = 1 + \frac{d}{NC}.$$

Пусть расстояние d между шкалами равно 1 ед. длины

$$\text{Тогда } \frac{ND}{NC} = 1 + \frac{1}{NC}; \text{ пусть } \frac{ND}{NC} = n$$

$$\text{значит, } 1 + \frac{1}{NC} = n, \quad NC = \frac{1}{n-1}$$

Давая различные значения n , будем получать длину отрезка NC в единицах длины

$$\text{Если } n=2, \text{ то } NC=1 \text{ (ед. дл.)}$$

$$n=3 \text{ " } NC=\frac{1}{2} \text{ (ед. дл.)}$$

$$n=4 \text{ " } NC=\frac{1}{3} \text{ (ед. дл.) и т. д.}$$

Откладывая соответствующие отрезки на шкале, будем делать числовые отметки, соответствующие значению n .

Построенная номограмма может служить для решения показательных уравнений.

Пусть требуется решить уравнение

$$a^x = b$$

Найдем на луче DB число b , а на луче CA число a , соединим их прямой ba и найдем точку пересечения этой прямой с лучом CE . Пусть это будет точка x_1 .

Из подобных треугольников DX_1B и CX_1A имеем:

$$\frac{DX_1}{CX_1} = \frac{DB}{CA}$$

$$\text{но так как } DB = \lg b, \quad CA = \lg a \text{ и } \frac{DX_1}{CX_1} = x_1,$$

то имеем соотношение

$$\frac{\lg b}{\lg a} = x_1,$$

откуда

$$\lg b = x_1 \lg a \text{ и } a^{x_1} = b.$$

Следовательно, число x_1 является решением уравнения $a^x = b$.

На чертеже 15 приведено решение уравнения $2^x = 6$.

Рассмотренная номограмма может служить для решения урав-

нения вида $a^{L(x)} = b$.

В самом деле, полагая $L(x)=u$ мы получим уравнение $a^u=v$ которое решается рассмотренным способом.

Пусть при этом $a^{u_1}=v$, тогда для определения значения неизвестного x достаточно решить уравнение $u_1=L(x)$.

Пример 7. Решить уравнение

$$(1) 1,5^{x-3}=5.$$

Решение. На шкале **A** отмечаем число 1,5, на шкале **B**—число 5. Соединив точки, соответствующие числам 1,5 и 5, найдем точку пересечения этой прямой с лучом **CE**. Этой точке соответствует число 3,8.

Теперь решаем уравнение

$$x^2-3x=3,8.$$

Оно имеет корни $x_1=-0,3$, $x_2=3,3$.

Эти числа являются корнями уравнения (1)

7. Решение логарифмических уравнений с помощью номограмм. Полулогарифмическая бумага может быть использована для устройства номограмм, служащих средством решения простейших логарифмических уравнений.

Пусть требуется решить логарифмическое уравнение

$$(1) \log_a x = v.$$

Это уравнение легко преобразовать в уравнение, в котором основанием логарифма служит число 10.

В самом деле, из теории логарифмов известно соотношение:

$$\log_a x = \frac{\lg x}{\lg a}$$

Таким образом, данное уравнение эквивалентно уравнению

$$(2) \frac{\lg x}{\lg a} = v$$

Итак, требуется решить уравнение $\frac{\lg x}{\lg a} = v$.

Для построения номограммы, позволяющей решить это уравнение, возьмем две параллельные между собой полупрямые **AB** и **CD**, на которых нанесены логарифмические шкалы.

Проведем к ним общий перпендикуляр **АСМ**, на этом перпендикуляре **АСМ** выберем точку **М** так, чтобы выполнялось равенство $AM:CM=v$. На шкале **CD** найдем точку **N**, соответствующую числу a , т. е. находящуюся от начала **C** шкалы на расстоянии **CN**, равном $\lg a$, т. е. $CN=\lg a$.

Через точки **М** и **Л** проведем прямую и продолжим ее до пересечения с прямой **AB** в точке **К**.

Из подобия треугольников **МСN** и **МАК** вытекает пропорция

$$\frac{MA}{MC} = \frac{AK}{CN}$$

Так как по построению $\frac{AM}{CM}=v$ и $CN=\lg a$, то

$$\frac{AK}{lga} = v$$

Сопоставляя это равенство с уравнением (2), мы заключаем, что $lgx = AK$. Но это значит, что отметка на шкале АВ, соответствующая точке К, как раз и служит корнем данного уравнения.

Таким образом, построенная номограмма может служить для решения логарифмического уравнения:

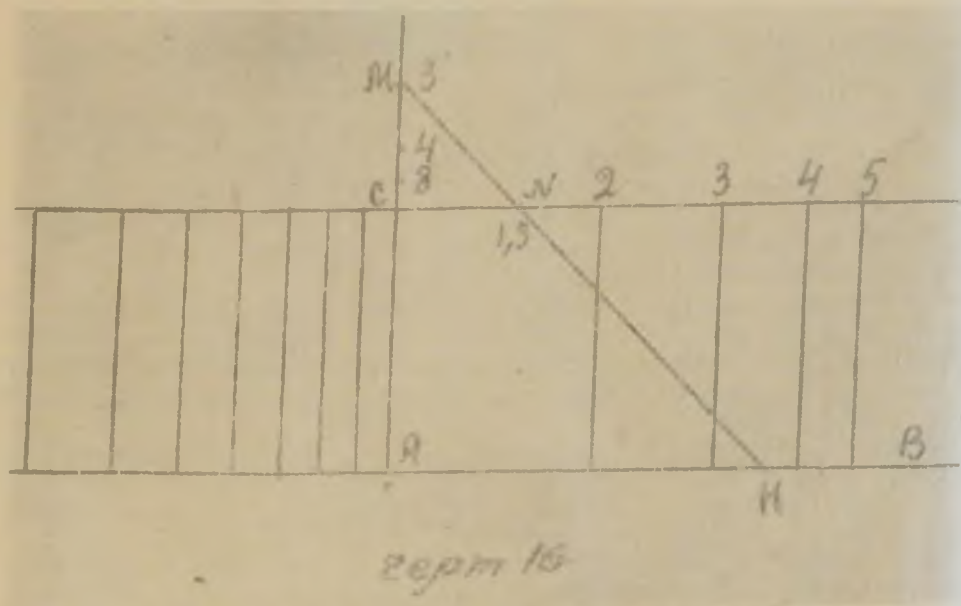
$$\log_a x = v.$$

При решении уравнения (1) мы произвели переход к уравнению, в котором основание логарифмов равно 10. Но это нам потребовалось только для проведения соответствующих рассуждений. Практически же при решении уравнения, как видим, нет необходимости переходить к логарифмам с основанием 10, а сразу на шкалах находить числа a и v .

Если расстояние АС между шкалами сделать равным единице измерения, то можно, как и в рассмотренном уже нами ранее случае, предварительно построить на перпендикуляре АС шкалу отношений $AM:CM$.

Но, имея в своем распоряжении полулогарифмическую бумагу, можно упростить построение и улучшить качество номограммы, приняв расстояние МС за единицу и оставляя его в дальнейшем неизменным.

В этом случае шкалу АВ придется менять в зависимости от числа v . Устройство такого типа номограммы ясно из приведенного чертежа 16.



На чертеже 16 изображено решение уравнения

$$\log_{1,5} x = 3.$$

Пример 8. Решить с помощью номограммы уравнение

$$\log_{1,5} x = 4$$

Решение. На шкале 1 (черт. 17 а) находим отметку, соответствующую числу 1,5.

Через точку М и отметку 1,5 на первой шкале проводим прямую до пересечения со шкалой 4. Отметка 5,2, соответствующая этой точке пересечения будет служить решением уравнения.

Пример 9. Решить уравнение

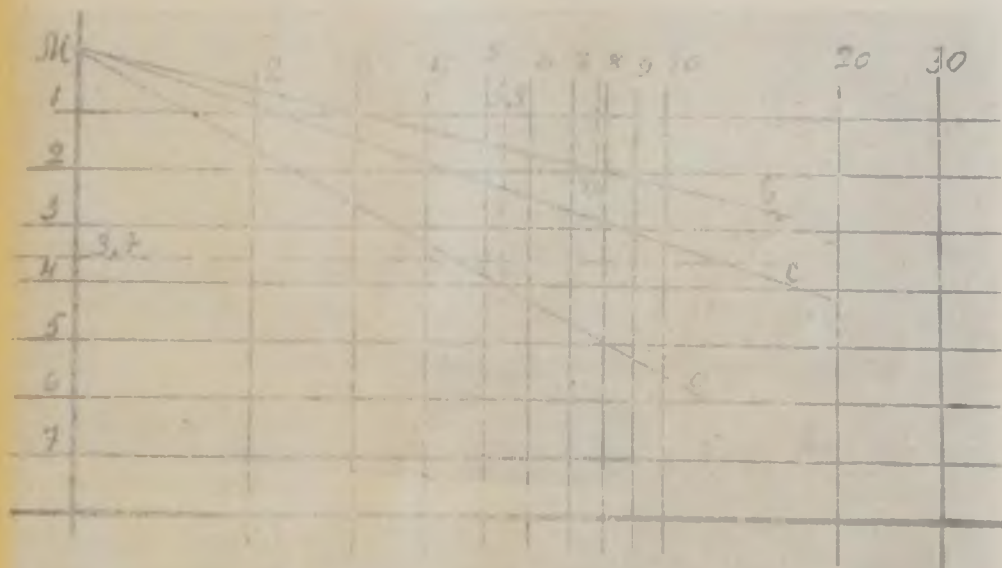
$$(1) \log_{2,72} (x^2 - 1) = 2$$

Решение. Полагая $x^2 - 1 = u$, мы сведем данное уравнение к системе

$$(2) \log_{2,72} u = 2, \quad x^2 - 1 = u$$

Для решения уравнения $\log_{2,72} u = 2$ на первой шкале откладываем отрезок, соответствующий числу 2,72 или приблизительно числу 2,7.

Проведя через точку М и полученную отметку прямую до пересечения со шкалой 2, получим ответ: $u = 7,6$ (черт. 17в).



черт 17(о,б,с)

Остается решить уравнение $x^2 - 1 = 7,6$. Оно имеет корни: $x_1 \sim -2,9$, $x_2 \sim 2,9$. Номограмма, изображенная на чертеже 17, может быть использована и для решения показательных уравнений.

Пример 10. Решить уравнение

$$(1) 2^{1-2x}=13$$

Решение. Уравнение (1) сводится к решению системы

$$(2) 2^u=13, \quad u=1-2x.$$

Через точку М и отметку 2 на шкале 1 проводим прямую и продолжаем ее до пересечения с прямой, проходящей через отметку 13 перпендикулярно к прямой МА.

Эта прямая пересечет горизонтальную прямую с отметкой 3,7.

Итак, $u=3,7$, решая уравнение $1-2x=3,7$ находим, что $x=-1,35$. Это и будет корнем исходного уравнения (черт. 17с).

Чрезвычайная простота решения логарифмических и показательных уравнений с помощью полулогарифмической бумаги дает основание считать целесообразным ознакомление с этим способом учащихся IX класса.

А. С. ЛЕНШИН.

ЧЕРНОПЛОДНАЯ РЯБИНА—НОВЫЙ ВИД СЫРЬЯ ДЛЯ ПЛОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

За последние десять лет в садах Горно-Алтайской автономной области и других районах Алтайского края значительное распространение получила новая плодовая культура—черноплодная рябина. Она культивируется также и в Ленинградской области. В ближайшие годы по плану развития садоводства только в Горно-Алтайской автономной области площади, занимаемые этой плодовой культурой, возрастут более чем в 30 раз. Спрос на посадочный материал черноплодной рябины стал теперь настолько большим, что в Горно-Алтайский опорный плодоягодный пункт поступают запросы на десятки тысяч саженцев из различных мест страны. Например, весной и осенью 1958 года из Горно-Алтайска отправлено в государственные плодовые питомники Российской Федерации около 300 тысяч саженцев (в том числе в Москву—15 тысяч, Ленинград—41 тыс.)

Следует отметить, что Горно-Алтайский опорный плодоягодный пункт хорошо разработал агротехнику и вообще методы выращивания черноплодной рябины и широко внедряет свой опыт.

Повышенный спрос на эту культуру объясняется тем, что она обладает высокой производственно-хозяйственной эффективностью.

Так, черноплодная рябина начинает плодоносить с третьего года ее посадки и дает урожай до 70—80 центнеров с гектара, при значительно меньших, по сравнению с другими плодоягодными культурами, затратах труда.

Для промышленной переработки черноплодная рябина весьма выгодна по своим химическим и другим свойствам.

Исследования Е. Ф. Кирсаниной (1), А. А. Кулик (2) показали, что черноплодная рябина содержит сахара 10,8%, кислот (в пересчете на яблочную)—до 1,2%, дубильных веществ—до 0,43%. Преимущества черноплодной рябины по сравнению с другими плодоягодными культурами наглядно видны из следующих средних данных центрального статистического управления (4): смородина содержит сахара в среднем не более 6,7%, малина—не более 5,3%, не говоря уже о других ягодах. Черноплодная рябина уступает по содержанию сахара только яблокам (12% сахара).¹

Кроме того, черноплодная рябина отличается высокими биологическими качествами. Так, например, она содержит до 100 мг% витамина С и значительно превосходит другие ягоды по содержанию

витамина Р и РР₁. Исследования соков черноплодной рябины (сбор ягод был произведен 3/X-1957 года и 29/IX-1958 года) показали, что выход сока в расчете на 1000 кг. плодов составляет 70 декалитров, тогда как смородина черная соответственно дает 63 декалитра, а яблоки 60 декалитров.

Удельный вес сока черноплодной рябины равен 1,059. Сухие вещества составляют 16,8%, кислотность сока достигает 12 грамм на литр. Эти данные позволяют считать, что свежеежатый сок черноплодной рябины по своим качественным показателям относится к сокам высших сортов.

В настоящее время сборы черноплодной рябины стали настолько значительными, что задачи переработки и, главным образом, хранения ее как сырья для последующей переработки и других видов использования, приобретают очень важное значение не только для Горного Алтая, но и для других районов страны.

Дело в том, что черноплодная рябина по своим вкусовым качествам мало пригодна для непосредственного потребления в пищу в натуральном виде. Поэтому черноплодная рябина перерабатывается на варенье, вина и натуральные соки. Так, например, Горно-Алтайский горпромпищекомбинат успешно освоил способ приготовления из черноплодной рябины варенья, которое отличается хорошими пищевыми качествами и приятным внешним видом; винзаводом (3) производственной артели „Путь“ давно уже налажено производство вин под названием „Алтайская черноплодная“, отличающихся высокой экстрактивностью и приятным освежающим вкусом. Врачебно-медицинские исследования показали, что натуральный сок и ягоды черноплодной рябины оказывают целебное действие при повышенном давлении крови и некоторых других недомоганиях.

Но до последнего времени способы хранения натурального сока и ягод черноплодной рябины разработаны недостаточно.

Как показывает опыт винзавода артели „Путь“, соки черноплодной рябины, используемые в виноделии, лучше всего сохраняются в сброженном виде в течение всего сезона переработки, т. е. в течение 8—10 месяцев. При этом требуется двух-трехкратный перелив соков со снятием их с дрожжевого осадка. В виноделии этот способ хранения соков вполне оправдывает себя.

Что же касается способов хранения плодов и отжатого сока в натуральном виде—без изменения их первоначальных свойств,—то они еще не разработаны. Наши предварительные опыты показывают, что длительное хранение отжатого сока в натуральном виде можно обеспечить путём консервирования его сахаром, с концентрацией не ниже 60%. Испытание этого способа в химической лаборатории Горно-Алтайского пединститута показало, что такой сок может храниться свыше года.

Длительное хранение соков черноплодной рябины в лабораторных же условиях достигается также и посредством приготовления из них высококонцентрированных экстрактов путем их упаривания до 60—65%.

Испытанные нами способы хранения соков черноплодной рябины позволяют сохранять почти полностью их первоначальные качества.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Е. ✱. Кирсанина — Некоторые данные по биохимии черноплодной рябины. Ученые записки Горно-Алтайского пединститута выпуск 2, 1957 год.
 2. М. А. Лисавенко, А. А. Кулик — Советы алтайским садоводам. № 1, 1954 год.
 3. А. С. Лемшин — Черноплодная рябина как сырье для виноделия. Журнал „Виноградарство и виноделие СССР“ №—1 1958 г. Москва.
 4. Б. И. Збарский, И. И. Иванов, С. Р. Мардяшев — Биологическая химия Медгиз, 1954 г.
-

СОДЕРЖАНИЕ

Б. Г. Хаметов — Значение физиологически активных веществ в гуморальной регуляции организма	3
Б. Г. Хаметов — Некоторые основные положения учения гениального физиолога-материалиста Н. Е. Введенского и применение их к мышечной ткани	40
А. С. Крюков — Овражная эрозия на территории Бие-Чумышской возвышенности	63
В. М. Кривошеев — Карстовый провал	70
Н. И. Тамбиева — Краткий очерк истории исследования Бийско-Чумышской лесостепи	72
И. Г. Порошин — Основные черты рельефа бассейна реки Черный Июс	84
К. И. Королева, Б. Г. Хаметов — Влияние соков черноплодной рябины, облепихи и масла облепихи на свойства возбудимой ткани и на темп регенерации мышцы	92
Б. Г. Хаметов, С. С. Семенкина — физиологическое действие цикламина на возбудимую систему	106
А. И. Ковригин — Полужесткокрылые некоторых районов Горно-Алтайской области	116
М. М. Бороданов — Элементарные трансцендентные уравнения и способы их решения	126
М. М. Бороданов — Использование логарифмической и полулогарифмической бумаги для графического решения показательных и логарифмических уравнений	174
А. С. Леншин — Черноплодная рябина — новый вид сырья для плодоперерабатывающей промышленности	197

Ответственный за выпуск А. А. Аленчев.
Технический редактор Г. Н. Палкин.
Корректор А. М. Борбуев.

Сдано в набор 15/VII—58 г. Подписано к печати 12 XII—58 г.
Формат 70×108¹/₁₆. Печ. л. 12,5. Тираж 500 экз.
АН 09484. Заказ № 812.

Типография № 15, Крайполиграфиздата, г. Горно-Алтайск,
проспект им. Сталина, 29.

Замеченные опечатки.

Стр.	Строка	НАПЕЧАТАНО	СЛЕДУЕТ ЧИТАТЬ
6	24	спизу	ни чем иным
11	26	сверху	иннервируемых
«	7	снизу	иррадиировать
13	6	снизу	приобретают
17	8	сверху	приобретает
19	2	сверху	кровенном
21	24	сверху	а также
«	13	снизу	икраножной
26	11	снизу	как бы долго не
27	25	сверху	как бы долго ни
«	18	снизу	трупной
28	23	сверху	вышеописанных
29	11	сверху	вызывало
33	19	снизу	вызывала
34	11	сверху	ускоряет
«	20	сверху	ускоряется
35	31	снизу	(первая система.—Б. Х.)
36	20	снизу	периферических
40	5	снизу	физиологический
41	5	сверху	физиологический
«	21	«	беспозвоночных
«	23	«	беспозвоночных
«	4	снизу	эндокринологического
«	3	«	периферии
43	21	сверху	хотя явления
44	17	снизу	хотя это — явления
47	14	сверху	совершенствовать
«	17	снизу	не хватало
42	8	снизу	Декарту и Дарвину
53	11	снизу	обязательно для
55	24	снизу	обязательной для
58	27	снизу	не нужна
59	17	сверху	коценций
«	20	«	был установлено
63	13	«	притекающим
64	2	сверху	большее число
65	19	«	не понятным
»	26	«	поработническое
66	3	«	условиях
«	24	«	на ряду
«	24	«	тоже самое
67	20	снизу	порывистого
68	4	сверху	условий
«	17	«	каменной
69	7	«	свою
70	7	снизу	как большие
«	5	«	донным
72	5	сверху	склоны
«	8	«	ассиметрией
«	14	снизу	ассимметричные
73	5	«	ассимметричные
74	10	«	удоволь
75	3	сверху	3456330
«	21	снизу	обваливание
«	23	сверху	террасе
«	8	снизу	террасу
«	5	«	правобережье
76	2	сверху	43 кв. км.
«	12	«	резкой густой
77	17	снизу	начинается
«	16	«	левобережье
«	12	«	лесов
78	21	сверху	горизонта толще
«	28	«	10-верстовой
«	2	снизу	10-верстной
«	2	снизу	правобережье
«	2	снизу	В строение террасы
«	2	снизу	с. Рассказиха
«	2	снизу	делювиальное
«	2	снизу	Обь-Чумыского
«	2	снизу	террасового
«	2	снизу	Краюшкинского
«	2	снизу	ассиметрию
«	2	снизу	проход
«	2	снизу	переход
«	2	снизу	0—3 м.

79	11	сверху	Порвицкая	Парвицкая
«	14	«	равнино-холмистым	равнино-холмистым
«	18	«	террасовидное	террасовидное
81	21	«	Шкрль	Шкрль
«	26	«	Пономарева	Пономарева
82	17	«	Зап. Сиб. отд.	Зап. Сиб. обл.
«	25	«	низ., пределах	низм., в пределах
«	19	снизу	10-верстой	10-верстной
«	16	«	ФЗСТУ	ФЗСГУ
«	3	«	расчленению	расчленению
83	10	сверху	лесов	лёссов
«	12	«	о лесах	о лёссах
84	14	«	Географический	географически
«	20	«	Кузнецкого	Кузнецкого
«	20	«	острога	отрога
84	5	снизу	вырисовывающая	вырисовывающаяся
85	17	сверху	известняки	известняки
«	11	снизу	1 (4) 27, 2%	1 (27, 2%)
86	2	сверху	массивов	массивов-и
«	3	«	в виде скал	в виде скал
«	11	снизу	асимметричными	асимметричными
87	5	«	и южную часть	и южную. Южную часть
88	20	«	на боком	на боковом
89	1	сверху	в виде главного	в виде главного
90	26	«	от низовьев	от низовьев
«	23	снизу	северо-северо-	северо-северо-
«	20	снизу	асимметричные	асимметричные
«	6	«	средний — горно-холм-	средний — горно-холм-
			сто-грядовый	стый и восточный —
				холмисто-грядовый
94	3	сверху	препарта	препарата
«	18	снизу	минт	минут
97	12	снизу	рингеровском	рингеровском
106	16	сверху	акстрагируется	экстрагируется
109	8	сверху	возбудимая	возбудимость
113	7	снизу	в начале	вначале
116	14	«	для сохранение	для сохранения
117	13	сверху	распсовый	рапсовый
118	13	сверху	произрастанием	произрастанием
«	18	«	окрестности	окрестности
«	25	«	полужесткокрылых	полужесткокрылых
«	1	снизу	Horv	Harv
121	17	«	Schlt	Scholt
«	13	«	предыдущих	предыдущие
124	21	сверху	из семейства	из семейства
«	17	снизу	ржевый	ржавый
«	17	«	пионер-лагере	пионерлагере
«	8	«	полужесткокрылые	полужесткокрылые
125	19	сверху	Плавильщиков	Плавильщиков
«	5	снизу	ст. сщ.	станция защиты
126	3	сверху	трансцендентные	трансцендентные
127	4	снизу	трансцендентными	трансцендентными
131	2	снизу	$\times^2 \frac{5}{4} \times$	$\times^2 - \frac{1}{4} \times$
138	1	сверху	$n - n = 0$	$n^2 - n = 0$
«	19	«	${}_2 = 100$	${}_2 = 100$
«	17	снизу	не целесообразно	нецелесообразно
144	2	сверху	$2 \times = 4 - 2$	$2 \times = 4 - 2 \times$
161	2	снизу	Бинома	бинома
163	19	сверху	$a^z > Z^P$	$(7)_a^z > Z^P$
173	11	«	на единицу	на единицу
175	19	снизу	расстоянием	расстоянием
180	2	сверху	полулогарифической	полулогарифической
182	17	снизу	аналитическое	аналитическое
187	9	сверху	левую часть	в левую часть
200	14	сверху	Порошин	Прошин
«	24	«	трансцендентные	трансцендентные
«	8	снизу	Аденчев	Аденчев

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Колич. предыд. выдач _____

30/12 1206

