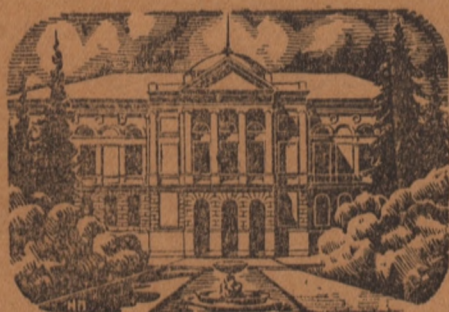


ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени В. В. Куйбышева

# Ученые записки



1

ТОМСК 1946



ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени В. В. КУЙБЫШЕВА

---

# УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Редактор проф . В. А. Хахлов

ТОМСК—1946

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                     | Стр. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Проф. Хахлов В. А.—Успехи геологического изучения Западной Сибири за время Советской власти . . . . .                            | 3    |
| 2. Проф. Иоганзен Б. Г.—Этюды по географии и генезису ихтиофауны Сибири, I. . . . .                                                 | 23   |
| 3. Проф. Куфарев П. П.—Об интегралах простейшего дифференциального уравнения с подвижной полярной особенностью правой части . . . . | 35   |
| 4. Доц. Нагинский Н. А.—К истории Западно-Сибирской низменности времени нижне-четвертичных оледенений . . . . .                     | 49   |
| 5. Доц. Рагозин Л. А.—Продуктивные формации стекольных и формовочных песков Томской области . . . . .                               | 65   |

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ректор ТГУ Я. Д. Горлачев (отв. редактор), проф. А. П. Бунтин, проф. Г. Г. Григор, проф. К. Э. Гриневич, проф. Б. Г. Иоганзен, проф. В. М. Кудрявцева (зам. ответ. редактора), проф. В. Д. Кузнецов, проф. К. А. Кузнецов, проф. П. П. Куфарев, доц. А. А. Скворцова, проф. В. А. Хахлов (председатель редколлегия).

## УСПЕХИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ЗА ВРЕМЯ СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ

*Проф. В. А. ХАХЛОВ*

*Доктор геолого-минералогических наук*

Никогда не бывает лишним при подведении итогов за определенный промежуток времени для сравнения оглянуться назад и вспомнить, что сделано дореволюционной Россией в деле познания природы Западной Сибири и ее недр. Лишь в самых кратких чертах я позволю себе остановиться на геологическом изучении Сибири в прошлые столетия, тем более, что никто и никогда в Томске не вспоминал хотя бы вкратце историю изучения недр Западной Сибири.

Первая страница познания природы Сибири открывается путешествием в XVII веке российского посланника Ф. И. Байкова в Китай. По повелению московского царя Алексея Михайловича Ф. И. Байков должен был проехать в Китай через Сибирь для ознакомления с торговлей и вручения богдыхану царской грамоты. Его путешествие продолжалось четыре с лишним года (1654—1658). В его записках мы находим лишь самые краткие сведения о природе Сибири.

Кроме Ф. И. Байкова в XVII же веке посетили Сибирь посланник Спафарий (1675 г.) и Избрант Идес (1692 г.). В их описаниях мы находим только первые указания на наличие некоторых полезных ископаемых, добываемых местным населением.

Начало планомерному исследованию Сибири было положено Петром I, который в 1720 году послал доктора медицины Мессершмидта Л. Г. в Сибирь для описания страны, ее природы и всего примечательного. Мессершмидт пробыл в Сибири 7 лет. За это, можно сказать, первой академической экспедицией последовал целый ряд других по поручению Анны Ивановны, Елизаветы Петровны и Екатерины II. Экспедиции возглавлялись учеными, приглашенными из Западной Европы в состав учрежденной Петром I Академии Наук, а в качестве их помощников назначались студенты Академии. Таких экспедиций в XVIII веке было организовано 26. К числу наиболее выдающихся ис-

следователей геологического строения Западной Сибири XVIII века следует отметить Мессершмидта (1721—1727 г.), Гмелина (1733—1742 г.), Палласа (1768—1774 г.), Фалька (1771—1774 г.), Георги (1770 г.), Патрена (1779—1786 г.), Ренованца (1779—1785 г.), Минденталья (1786—1785 г.) и Германа (1785—1796 г.). Если проанализировать годы путешествий, то невольно бросается в глаза, что главная масса исследований приходится на последнюю треть XVIII столетия.

В итоге работ экспедиции XVIII столетия накопился довольно приличный фактический материал по геологии Сибири, за исключением центральной части Алтая, Амурского края и Саян, которые оставались еще совершенно не исследованными. Кроме описания фактического материала были сделаны даже и попытки некоторых обобщений. Так Паллас, а затем и Патрен дают схематическую картину образования гор всей Сибири. Ренованц и Герман ограничиваются первым сводным описанием строения юго-западного Алтая. Предлагаются довольно любопытные объяснения причин нахождения костей животных южного типа (мамонтов) в холодной Сибири. Георги в самом конце столетия дал общее описание всей Сибири и ее природы с характеристикой гор, флоры, фауны, минералов и населения.

Не лишним будет отметить о некоторых интересных наблюдениях по геологии и полезным ископаемым в XVIII веке. Так, Гмелин говорит об „огнедышащей горе около дер. Абашевой, находящейся в 12 км выше по реке Томи от г. Кузнецка. Он же упоминает о выплавке железных руд татарами у устья рч. Мундыбаш. Он же ездил в село Богородское (ныне с. Шегарка), находящееся на реке Оби, смотреть плавку железной руды местным населением. Надо сказать, что только в 1941 году ЗСГУ начало проводить работы по изучению этого месторождения сферосидеритов. Фальк описал рудники и шурфы Колыванских гор Алтая. Минденталь впервые посещает Горную Шорию и указывает на железные руды по Тельбесу. Он же первый указывает на наличие восьмисаженного пласта каменного угля по реке Мрассу в Кузбассе.

Начало XIX столетия, точнее его первая четверть, характеризуется полным затишьем в изучении Сибири. Можно лишь упомянуть об одной экспедиции Адамса, которая в 1806 году доставила с устья Лены полный скелет мамонта, часть кожи с шерстью и которая до известной степени выяснила условия жизни мамонтов в прошлом и условия их сохранения в ископаемом состоянии.

Оживление исследований началось только в двадцатых годах. С этого времени посещают Алтай уже горные инженеры, которые открывают новые и налаживают добычу старых золотых россы-

пей. Затем снаряжаются специальные партии для поисков, новых месторождений и сбора материалов для составления первых геологических карт. Наряду с этим и местные жители начинают принимать участие в изучении края. Кроме того были организованы крупные экспедиции в районы, которые до сего времени оставались слабо изученными. Так Алтай, Кузнецкий Алатау и Салаир посетили в 1842 году Чихачев и в 1844 году Щуровский.

Не будет лишним отметить, что если в XVII—XVIII столетии исследователями Сибири были главным образом иностранцы, то в XIX столетии преобладали уже русские ученые.

Наиболее крупными исследователями Сибири в первую половину XIX столетия были Гельмерсен, Гофман, Миддендорф, Чихачев, Щуровский и Эрман. Они не ограничивались только регистрацией разрозненных геологических данных, но пытались давать уже обобщения для всей Сибири и для ее отдельных областей.

В 1851 году в городе Иркутске и в 1877 году в г. Омске открываются отделения Русского географического общества, которые в свою очередь организуют целую серию экспедиций для изучения природы Сибири.

Наряду с этим во вторую половину XIX столетия постепенно ослабевал интерес к изучению Сибири со стороны бывшего Кабинетского ведомства, которое всю свою деятельность сосредоточило на изучении Нерчинского округа и южного Алтая. Да и вообще в это время горный промысел в Сибири переживал кризис и характеризовался сильным упадком добычи.

Все внимание как приезжих в Сибирь исследователей, так и местных было обращено на другие более отдаленные части Сибири, как Сахалин, Амурский край и др. районы Восточной Сибири и Дальнего Востока. Западная Сибирь исследовалась попутно во время проезда через нее путешественников.

К наиболее крупным исследователям второй половины XIX столетия мы относим Крапоткина, Маака, Меглицкого, Чекановского, Черского и Шмидта.

Для полноты картины мы считаем совершенно необходимым остановиться на состоянии изученности отдельных регионов Западной Сибири. Среди последних мы выделяем Западно-Сибирскую низменность, Салаир, Кузнецкую котловину, Кузнецкий Алатау, часть Алтая и Минусинскую котловину с Западным Саяном.

Западно-Сибирская низменность оставалась еще не изученной. Ее геологическое строение освещалось только во время проезда в более восточные районы Сибири с уделением очень небольшого внимания описанию однообразных и скучных обширных равнин, через которые лежал многолетний путь естествоиспытателей.

Впервые, уже в конце столетия, ее посетили А б р а м о в, К у ш е л е в с к и й и др., которые описали, главным образом, ее приуральскую часть.

Большее внимание привлекал к себе Алтай, где с 1831 года начались поиски золотоносных россыпей. Был собран большой геологический материал. Появились сводки о всей горной стране. Алтай посещает Г у м б о л ь т, минералог Р о з е. Г е б л е р впервые пробрался к ледникам Белухи и горячим Рахмановским ключам. Ему же принадлежит открытие пещер на Чарыше, откуда впоследствии были собраны и описаны богатые коллекции четвертичных млекопитающих. Г е л ь м е р с е н дал первое представление о тектонике Алтая. Некоторые отдельные участки Алтая, представлявшие интерес с промышленной точки зрения, подвергались и более детальному обследованию. Наконец Алтай посещался целым рядом экспедиций.

В итоге всех этих работ к концу XIX столетия в первом своем трактовании были описаны рудные месторождения, минералы Алтая, горные породы, ископаемая флора, фауна. Имелись также сведения о химическом составе некоторых руд. Многие авторы осветили вопросы современного и древнего оледенения Алтая.

Кузнецкий Алатау до 1833 года оставался совершенно не изученным. Только после 1833 г. его посещают С т р о л ь м а н, С о к о л о в с к и й, И в а н и ц к и й, Г е р н г р о с с, Ф р е з е, Ч и х а ч е в, Щ у р о в с к и й и др., которые дали первое геологическое описание отдельных его районов. На основании этих материалов Алтайское управление Кабинета начало посылать поисковые партии для открытия золота. В целом же Кузнецкий Алатау был изучен за этот период несравненно хуже Алтая.

В таком же положении находилось и изучение Салаирского края. В первую половину столетия изучались только золотые россыпи. Во вторую половину даются общие очерки по геологии, изучается его фауна (описан всего один коралл) и описываются отдельные месторождения некоторых полезных ископаемых.

Не лучше обстояло дело с изучением Кузбасса. Впервые С о к о л о в с к и й в 40-х годах описывает Афонинское месторождение угля и несколько выходов угля на дневную поверхность в южной части бассейна. Вообще за все XIX столетие Кузбасс посетили только шесть экспедиций, результаты которых и дают нам первое представление о бассейне. В половине столетия осматриваются и частично разведываются каменноугольные месторождения, находящиеся в непосредственной близости к Томскому заводу. Появились также описания его ископаемой флоры и фауны. Б о я р ш и н о в и Н е с т е р о в с к и й дали первые очерки строения



Кузнецкой котловины. Но Кузбасс как крупнейший бассейн мира не получил все же своей настоящей оценки.

Минусинская котловина и Западный Саян в первую половину столетия посещались несколькими лицами. В их описаниях упоминается о каменном угле, о графите, о медных рудах, соляных озерах и приводится характеристика лепидодендронов—своеобразных растений каменноугольного периода, а также находки ископаемого тура и носорога.

В целом XIX столетие доставило очень много данных по изучению геологического строения Западной Сибири. Но как мы видим отдельные районы ее изучались неравномерно. Особенно отстающей областью являлся Кузнецкий Алатау.

Последний дореволюционный этап в изучении Сибири характеризуется организацией государственной службы путем установления в 1888 году должности геолога при Иркутском горном управлении (кстати сказать ее впервые занял В. А. Обручев—ныне академик) и затем организацией Геологического комитета, начавшего вести систематические работы по исследованию России.

В этот период основным толчком геологического изучения Сибири явилась постройка Сибирской железной дороги, для выбора трассы которой необходимо было провести солидные геологические работы. С 1892 г. по 1898 г. велись систематические исследования полосы от Урала до Красноярска. В них принимали участие Богданович, Высоцкий, Краснопольский, Мейстер, Державин и проф. ТГУ Зайцев. Все материалы напечатаны в специальном издании.

С 1898 и по 1912 г. были организованы работы по изучению золотоносных районов Сибири. Эти исследования дали материал для составления более детальных карт отдельных районов. Но к сожалению приходится констатировать, что Алтай и большая часть Кузнецкого Алатау, Западного Саяна и Минусинского края не были охвачены этими исследованиями и, таким образом, сводки по изучению золотоносности Западной Сибири составлено не было.

Большое количество геологических данных доставили почвенно-ботанические экспедиции, организованные Переселенческим управлением Министерства земледелия. Они работали с 1908 по 1914 г.

Упадок горной промышленности в конце XIX и начале XX столетия на Алтае и западной части Кузнецкого Алатау заставил Ведомство кабинета организовать систематические исследования с целью поисков новых полезных ископаемых. Работы начались в 1894 году под общим руководством проф. Иностранцева. Съемка десятиверстного масштаба охватила Кузнецкий бассейн, западную часть Кузнецкого Алатау, часть Салаира и пристепную

часть Алтая. Геологи Венюков, Державин, Иностранцев, преждевременно погибший Петц, Поленов и Толмачев сделали солидные вклады в изучение Сибири. Их материалами пользуются и в настоящее время.

Существовавший в то время Геологический комитет проводил свои исследования в Восточной Сибири, Дальнем Востоке и Казахстане, а Западная Сибирь оставалась как-то вне поля его деятельности. Только одна партия была им послана в Минусинскую котловину и одна экспертиза была организована для оценки руд Алтая в 1916 году.

Принимал участие в исследовании геологического строения Сибири и Томский государственный университет. Так им была организована в 1889—1891 годах экспедиция Державина по изучению берегов р. Томи от г. Кузнецка до Томска и тракта Томск—Барнаул—Кузнецк. Проф. В. В. Сапожников с 1895 года в течение многих лет исследовал Алтай и дал большой материал по современному и древнему оледенению. Проф. Пилипенко изучил минералы Алтая. Проф. Зайцев дал описание геологического строения некоторых рудников Кузнецкого Алатау. Он также посетил отдельные районы Алтая и озеро Шира.

С 1909 по 1912 год Российское золотопромышленное общество организовало экспертизу некоторых месторождений золота Кузнецкого Алатау с приглашением профессоров Томского технологического ин-та Обручева, Гудкова и Усова.

Географическое же общество в то время направило всю свою деятельность на изучение пограничных с Сибирью стран Китайской империи, почему оно не посылало своих экспедиций на территорию Западной Сибири.

В рассматриваемый период и Академия Наук очень мало интересовалась геологическим строением Западной Сибири.

В итоге работ последнего дореволюционного периода были составлены Зюссом (1901 г.) и Де-Лоне общие сводки по геологическому строению азиатского материка с посвящением нескольких глав и интересующей нас территории. В 1914 году Толмачев написал краткую сводку по геологии Сибири.

В истекшем периоде были собраны большие палеонтологические коллекции, к обработке которых привлекались сначала исключительно иностранные специалисты. Только в конце периода изучение ископаемой флоры и фауны постепенно стало переходить в руки русских палеонтологов. Чтобы получить некоторое представление о масштабе палеонтологических исследований приведем некоторые цифры. Так до 1888 года занимались изучением сибирской ископаемой флоры и фауны только 23 человека, а с 1888 года по 1917 год число это возросло до 70.

Наконец, было бы несправедливым обойти молчанием и заслуги горного инженера Реутовского, который по заданию Горного департамента по литературным и архивным материалам составил в 1903 году описание всех полезных ископаемых Сибири с приложением к своему солидному труду первой геологической карты Сибири.

На этом нами заканчивается совершенно объективное изложение всех достижений по изучению геологического строения Западной Сибири за 250 лет.

Из нашего краткого изложения вытекает, что планомерного изучения геологии Западной Сибири не было и что все исследования проводились попутно или для выполнения какой-либо одной частной задачи. Многие районы недооценивались и совершенно не привлекали к себе исследователей. Безотрадными штрихами рисовались недра Западной Сибири в сочинениях кабинетских геологов. На этом фоне как-то странно выделялись богатства золотых россыпей, впрочем представлявших в значительной степени уже выработанными, полиметаллы Алтая со своими бледными перспективами и Кузбасс со своими неясными границами и запасами.

Плохо обстояло дело и с кадрами геологов, которых не выпускало ни одно высшее учебное заведение. Работали в области геологии только или оканчивающие естественный факультет Университетов или горные инженеры.

Резко противоположную картину приобретают геологические работы при Советской власти. Здесь мы видим небывалый размах геологических исследований, их разносторонность, их научность, их организованность и их целеустремленность. Геологическая служба поднимается до уровня научного предвидения, а инженерное искусство—до строго методически проверенных приемов. Геологическая карта—основной метод всех геолого-разведочных работ—не есть только фиксация отдельных геологических формаций, а она уже отображает различными методами взаимоотношения во времени и пространстве качественно отличные естественно-исторические образования и она становится по существу картой прогнозов полезных ископаемых.

За 25 лет Западная Сибирь совершенно изменила свое лицо. Из страны бесперспективной в отношении целого ряда полезных ископаемых она превратилась в страну, имеющую свою собственную минерально-сырьевую базу. Так совершенно разбита и опровергнута теория об отсутствии и невозможности нахождения железных руд, бесперспективности Салаира, теория „нерудного Алтая“, отсутствия у нас собственных месторождений редких элементов и прочее и прочее.

В дореволюционной Сибири не было ни одного геолого-разведочного учреждения. В 1919 году на базе горного отделения Томского технологического ин-та и геологической специальности Высших женских курсов, вошедших в состав только что организованного в Ун-те физико-математического факультета организуется Сибирский геологический комитет, переименованный затем в Сиб. Отд. Геол. К-та, ныне это—ЗСГУ. Организатором и первым директором его оставался долгое время академик Усов.

Из Западно-Сибирского геологического управления выделились Запсибцветметразведка, Кузбассуглеразведка, Западно-Сибирский геолого-разведочный трест наркомата нефти. Далее в Красноярске организуется Востсибугольразведка, Сибирский трест Нерудного сырья в Иркутске и целый ряд геологических отделов при трестах золоторудной и каменноугольной промышленности. Таким образом ныне Западная Сибирь покрыта сетью производственных геологических учреждений.

Армия геологов, работающая в этих организациях в главной своей массе является питомцами томских Вузов (ТГУ, ТИИ и Сиб. Геол.-разв. Ин-тут). Она совместно со своими учителями провела громадную работу по изучению геологии Сибири и освоению ее полезных ископаемых. Так угли Кузбасса, сапропелиты Барзаса, железные руды Горной Шории, полиметаллы Салаира, золото всей Алтае-Саянской системы, рудные металлы Алтая, Кузнецкого Алатау и Салаира, медь Минусинской котловины, соли Кулунды, алюминиевые руды Салаира, редкие металлы Алтая, Салаира и Кузнецкого Алатау, ртуть Алтая и Салаира, нефтеносность Сибири—вот далеко неполный перечень основных полезных ископаемых, открытых и изученных сибирскими геологами за советский период.

Само изучение минерально-сырьевой базы идет на глубокой научной основе. Все материалы характеризуются их завершением и доведением до печатного вида. За 25 лет Советской власти вышло в свет несколько тысяч работ по геологии Сибири, опубликованных в изданиях ЗСГУ, трудах ТГУ и ТИИ и центральных геологических учреждениях.

За истекшие 25 лет геологическая история Западной Сибири в основных своих чертах является выясненной. Нужно было проделать огромную работу по восстановлению отдельных ее глав и страниц на основании фрагментарных и далеко неполных, да притом раскинутых на обширных пространствах геологических документов. Необходимо было все события в истории земли расположить в строго хронологическом порядке и увязать их с общепринятыми стратиграфическими схемами других стран Света.

Все это нашло свое отражение в геологической карте. Геологическая карта является основным методом работы и составление ее стало обязательным при всякого рода геолого-разведочных работах. Только на основе ее можно планировать работы, искать новые и разведывать уже открытые полезные ископаемые. Поэтому в истекшем периоде было обращено большое внимание на геологическое картирование. Составлены общие геологические карты Союза, более детальные для отдельных районов и областей и еще более детальные для промышленных районов. Так была составлена геологическая карта Союза в 1925 г., 1937 г., геологическая карта Кузбасса в 1927 г. и в 1938 году и другие.

В общем мы можем утверждать, что на сегодняшний день почти вся территория Западной Сибири покрыта разномасштабными съемками за исключением самых отдаленных ее районов.

Материалы, собранные во время этой обширной и разнообразной работы были обработаны сибирскими геологами и затем прекрасно обобщены акад. Усовым в его опубликованной в 1936 году тектоно-стратиграфической схеме. Это было достигнуто путем глубокого анализа толщ горных пород с применением палеонтологического метода и разработкой новых критериев тектонс-стратиграфического анализа. В последние годы и особенно в годы Отечественной войны эта схема пополнялась и детализировалась.

По своим достигнутым результатам Западная Сибирь опередила изучение других горных стран нашего Союза и даже Урал, для которого не составлено такой тектоно-стратиграфической схемы, стройно отражающей сложные страницы геологической истории Западной Сибири.

В сводной таблице акад. Усова мы имеем 54 формации, отделенных друг от друга горообразовательными процессами или—как говорят геологи—фазами тектогенеза. В этом одна из бессмертных заслуг акад. Усова. Каждая фаза имеет свою собственную физиономию в смысле ее рудоносности. Горизонтальное распределение выделенных формаций, отраженное на геологической карте является основным моментом для направления поисков того или иного полезного ископаемого.

Но в деле изучения геологии Сибири имеются и крупные недостатки. К ним следует отнести полное отсутствие палеогеографических карт, почти неизученность фаций, региональных структур и недостаточная изученность сибирского палеонтологического предания.

Западно-Сибирское геологическое управление, достигшее крупных успехов и вышедшее на первое место в Союзе, определенно не недооценивает изучение палеонтологического материала. А он и только он может дать дальнейшее обоснование и развитие основ-

ной тектоно-стратиграфической схемы, на основе его могут быть разрешены спорные вопросы сибирской геологии, а вместе с этим и откроются новые пути для поисков полезных ископаемых.

Естественным этапом в развитии тектоно-стратиграфической схемы является уточнение геологической истории отдельных районов Западной Сибири, тесно переплетающейся с выявлением их минерально-сырьевой базы.

Итоги работ в этом направлении целесообразнее будет рассмотреть по отдельным группам полезных ископаемых.

Основной осью индустриализации Сибири является Кузбасс. За 25 лет в бассейне проведены грандиозные геолого-разведочные работы.

Площадь бассейна в 26 000 квадратных километров почти полностью покрыта топографической съемкой масштаба 1:50 000, совершенно необходимой для детальной геологической съемки бассейна. Из 120 планшетов уже заснято и выпущено в свет 100 планшетов. Часть бассейна покрыта аэрофотосъемкой.

Детальной геологической съемкой охвачено только 15% площади бассейна. Изучены основные промышленные районы для нового и развертывания старого шахтного строительства.

Проделаны большие работы по изучению стратиграфии, палеонтологии и тектоники бассейна. Для Кузбасса даны новые тектоно-стратиграфические схемы, на основе которых строятся более детальные карты и выясняются запасы отдельных участков бассейна. Изучены угли с различных точек зрения и выяснены их запасы по категориям. В целом Кузбасс получил полную свою оценку и превратился во второй Донбас—Кочегарку всего Союза. Он занял по своим запасам первое место в Союзе и стал в число крупнейших бассейнов мира. Интересно отметить и рост его запасов в связи с развитием геолого-разведочных работ. Так в 1921 году считали его запасы равными 125 миллиардам тонн. Затем эта цифра постепенно повышалась и ныне его запасы исчисляются в 450 миллиардов тонн.

Я не хочу перечислять фамилии тех, кто внес солидный вклад в дело познания геологии бассейна, а отмечу только, что этот список выражается цифрой 62 и что томские Вузы и сибирские геолого-разведочные учреждения сыграли в этом деле крупную роль.

Кроме Кузбасса за это время освоено и второй крупный бассейн—Минусинский. Для него составлена геологическая карта и подсчитаны запасы, на основании которых он ставится на третье или четвертое место в Союзе.

За советский период открыты каменноугольные месторождения на Алтае, на р. Оби у села Ордынского, разведаны запасы Горловского бассейна и прочее.

Из более молодых юрских бассейнов постепенно осваивается Чулымско-Енисейский бассейн.

В 1936 году проф. Хахловым была дана истинная оценка Балахтинскому угленосному бассейну, который на основании работ проф. Богдановича, проведенных в 1915 году считался совершенно не заслуживающим промышленного внимания. Составленная для него первая геологическая карта и подсчитанные для него запасы позволили нам воскресить к жизни и наметить наиболее ценные его районы для разведки и эксплуатации.

В годы войны открыто много месторождений местного топлива и подготовлена база для местной топливной промышленности.

За это же время были выдвинуты и проблемы дальнейшего расширения сырьевой базы для каменноугольной промышленности. Так проф. Хахловым была выдвинута проблема продолжения Кузбасса на север и вероятного нахождения настоящих каменных углей в Причулымье. Эти проблемы были поддержаны акад. Усовым и другими исследователями Сибири. Поставленные работы к сожалению не получили своего должного завершения.

Несколько слов посвятим вопросам золотоносности Западной Сибири.

В дореволюционное время золотая промышленность являлась ведущей горнодобывающей промышленностью Сибири. В XIX веке основой ее служили только одни россыпные месторождения, продукции которых к началу XX века сильно упала. На смену россыпной промышленности пришла промышленность рудного золота.

Империалистическая война, а затем гражданская окончательно разгромили золотую промышленность Западной Сибири.

Только в 1927 году с учреждением Главзолота восстановление золотой промышленности встает на твердые рельсы. Ежегодная продукция увеличилась за последние десять лет в пять раз.

Необходимо было создать геологическую базу для восстановления и вновь организуемой промышленности. Геолого-разведочные работы ЗСГУ и треста Запсибцветметразведки, возглавляемые в течение ряда лет проф. Булыньниковым, работы трестов Запсибзолото, Хакасзолото и других успешно справились с поставленными задачами. Были открыты новые месторождения, да и умиравшая россыпная промышленность была возрождена.

Геологическая исследованность золотоносных областей Западной Сибири, как мы говорили выше, до революции была невелика.

После революции все золоторудные площади Алтая, Садаира, Кузнецкого Алатау и Саян получили детальные геологические карты, позволившие правильно направить поиски и разведки и

отыскать новые месторождения. Так были открыты Балахчинское, Новоберикульское и другие месторождения рудного золота и новые площади россыпного золота в Мариинской тайге, Горной Шории и Салаира.

Для большинства месторождений составлены геологические очерки. Булыничковым составлено геолого-экономическое описание золотых областей Алтая, Салаира и Кузнецкого Алатау. Для Западного Саяна таковое составлено проф. Баженовым. Эти сводки характеризуются выделением типов оруденения и формаций, что облегчает поиски и разведки. По заключению акад. Обручева исследования золотоносности Западной Сибири достигли исключительных успехов и наши знания геологии золота Западной Сибири превышают знания других областей Союза.

Цветные металлы—медь, свинец, цинк и другие были известны на территории Западной Сибири задолго до революции, а медь даже выплавлялась еще древней чуждой. В Хакасии до революции работал ряд небольших медных заводов. Но в годы революции они были закрыты и только в 1941 году было приступлено к строительству нового завода, которое, однако, было приостановлено в связи с начавшейся войной.

Проведенные в течение последних лет геолого-разведочные работы показали широкие перспективы в отношении медных руд в особенности на юге Красноярского края (Маинское месторождение, Юлия, Улень, Туимская группа, Карышская группа).

Иная картина в отношении свинца. Еще до революции работали полиметаллические руды Салаирского кряжа и Рудного Алтая, но месторождения Салаира считались совершенно выработанными, а на месторождениях Рудного Алтая работы заглохли. Систематическими работами в годы Сталинских пятилеток установлены крупные запасы свинцово-цинковых руд Салаира, которые из года в год все увеличиваются и Салаир уже стал прочной базой Беловского цинкового завода. В пределах западно-сибирской части Рудного Алтая открыты крупнейшие полиметаллические месторождения и выявлена реальная возможность нахождения новых.

На юге Красноярского края установлено широкое распространение признаков свинцового оруденения, но работ по их оценке еще почти не проведено (район г. Ачинска, Усть-Парная, Сисим и др.). Это перспективный резерв для ближайшего будущего. Примерно такая же картина и для северной части Красноярского края. Здесь разведано, оказавшееся небольшим Усть-Стрельковское свинцово-цинковое месторождение и установлен ряд точек нахождения свинцовых руд, правда, еще совсем не разведанных.

За годы первой, пятилетки проделаны крупные работы по обеспечению Кузнецкого металлургического завода имени Стали-



на местными железными рудами. В результате эта задача была успешно разрешена и сибирская металлургия получила свою собственную базу в лице Тельбесской и Кондомской групп месторождений. Параллельно с этим развернулись дальнейшие разведочные работы на крупных железорудных месторождениях Хакасии—Абаканском и Тейском.

Но нельзя ни на минуту забывать, что кузнецкая черная металлургия развивается быстрыми темпами и выявленные запасы не могут ее обеспечить на длительный амортизационный срок. Поэтому были проведены большие геолого-поисковые работы, на основании которых установлены перспективы нахождения железных руд в Красноярском крае в Хакасии (Камышта, Батсневский кряж), и в западной оконечности Восточного Саяна, в правобережье Енисея и других районах. Особенно крупные резервы железистых кварцитов в Саянах и отчасти в Кузнецком Алатау, где эти образования прослежены на протяжении сотен километров. Они резерв будущего.

За советский период открыты и освоены месторождения марганца. Сначала было открыто Мазульское месторождение около города Ачинска, которое считалось очень небольшим. Но упорные и систематические разведочные работы установили крупный масштаб месторождения. Сейчас оно своими рудами питает Сталинский металлургический завод.

Несколько лет тому назад проф. К. В. Р а д у г и н ы м было открыто в Кузнецком Алатау весьма крупное месторождение марганца, по запасам руд являющееся одним из наиболее крупных в мире. Изучение его строения и состава показало, что подобные месторождения могут быть найдены и в других районах Сибири. И действительно аналогичное месторождение было найдено на северном склоне Кузнецкого Алатау, но масштаб его пока совершенно не выяснен.

Проблема алюминия Западной Сибири до 1932 года была совершенно забыта, хотя точки нахождения бокситов на Салаире были известны очень давно. Считалось, что алюминиевого сырья в Западной Сибири нет и что поиски их безнадежны.

Впервые в 1932 году геологом Л а б а з и н ы м отмечается практическое значение алюминиевых руд Салаира. На основании его данных были поставлены разведочные работы, не приведшие к благоприятным результатам. Наоборот, неправильно расшифрованный генезис месторождения дал право судить о их малой перспективности.

В 1934 г. акад. А р х а н г е л ь с к и й вновь ставит вопрос о поисках бокситов в различных областях Сибири. Вновь начинаются геологические работы по поискам алюминиевого сырья, про-

должающиеся и до настоящего времени. На сегодняшний день мы уже можем утверждать, что проблема получила свое первое разрешение в виде открытия промышленных и уже разведанных месторождений бокситовых руд на Салаире и в виде нефелиновых сиенитов в Кузнецком Алатау.

Изучение бокситовых месторождений Салаира и установление их генезиса открывает значительные перспективы в отношении вполне вероятного открытия новых месторождений в других районах Сибири.

Дело в том, что в меловом периоде значительная часть интересующей нас территории представляла собой сушу, а физико-географическая обстановка того времени, способствовала образованию мощной коры выветривания и обуславливала возможность образования осадочных месторождений боксита. Следы этой древней коры выветривания широко распространены в Кузнецком Алатау и Енисейском кряже.

Нефелиновые же сиениты со своими колоссальными запасами являются прекрасным резервом будущего. В настоящее время запасы их не разведаны и технологически процесс обработки руд еще не освоен.

В дореволюционное время в отношении редких элементов можно сказать ничего не было известно и никто даже и не предполагал, что Западная Сибирь имеет свои промышленные месторождения. Можно только отметить, что еще Чихачев в 1842 году обнаружил киноварь в шлихах в Мартайге, на Салаире и Ойротии. Далее в 1869 г. был найден вольфрамит на Алтае и, наконец, в 1917 году был обнаружен молибденит в Кузнецком Алатау. Даже была предпринята в 1843 г. на Салаире промышленная добыча киновари. Промыли 1600 пудов песков и получили ничтожное количество киновари—всего 23 золотника.

Только с 1932 года начинают развиваться геолого-поисковые работы на редкие металлы. Довольно быстро были найдены на Алтае месторождения молибдена, вольфрама и монацита, а в 1934, 35 и 36 году открываются также на Алтае месторождения ртути.

Таким образом в эти годы было доказано, что Западная Сибирь имеет свои месторождения редких металлов, а всестороннее и глубокое научное изучение редкометальной минерализации в геологических формациях Алтае-Саянской системы показало, что она разнообразна и в ряде мест достаточно концентрирована.

Дальнейшие поиски ежегодно приносят открытия новых месторождений. Сейчас, когда мы подводим итоги работ, мы с радостью отмечаем исключительный успех геолого-разведочной службы Западной Сибири по созданию своей собственной редкоме-

тальной базы. Сейчас уже работают на Алтае, Салаире, в Кузнецком Алатау разнообразные месторождения редких металлов.

Гораздо сложнее дело обстоит с поисками нефти в Сибири. Впервые эта проблема ставится в 1932 г. акад. Губкиным на выездной сессии Академии Наук в городе Новосибирске. Основанием для постановки проблемы и организации работ послужило некоторое сходство в геологическом строении Кузбасса и Аппалачского нефтяноугольного бассейна Северной Америки, нахождение асфальтитов в Кузбассе—прямых признаков нефти—и открытие высокобитуминозных девонских углей—сапромикситов.

С 1933 года начинаются работы ЗСГУ по поискам нефти в с.-в. части Кузбасса, именно в Барзасском районе.

Придавая большое значение поискам нефти в Сибири в 1939 г. организуется ЗСГРТрест наркомата нефти.

Перед ним встает очень трудная и ответственная задача. Нужно разрешить проблему нефти для такой большой области как Западная Сибирь, которая с этой точки зрения можно сказать совсем и не изучалась. Нужно было сконцентрировать свое внимание на некоторых районах, предварительно наметив их и выбрав в них наиболее перспективные и в тоже время наиболее ограниченные по своим размерам участки.

Анализ геологической обстановки позволил выделить пока две области—это Кузбасс и Западно-Сибирскую низменность. В настоящем докладе мы остановимся только на первой области и постараемся в кратком виде рассказать, что сделано по поискам нефти в нашем крупнейшем каменноугольном бассейне.

Но прежде чем приступить к изложению фактического материала мне хочется напомнить о том, что поиски нефти очень сложная и, пожалуй, самая трудная область прикладной геологии, так как генезис нефти в настоящее время является невыясненным. Есть много теорий, есть много споров. Нефть известна в любой геологической системе. С отложениями какой системы она связывается в Сибири никто не знает. Сложность геологической обстановки, благоприятное сочетание различных геологических факторов, при которых могут образоваться промышленные скопления нефти, всегда сильно осложняет поиски. Наконец нефть залегает глубоко и поиски ее требуют больших и дорого стоящих работ.

Учет всего этого и жизненный опыт старых геологов-нефтяников Северной Америки заставил их выработать ответ на вопрос: где искать нефть? „Нефть есть там, где вы ее находите“. Этот ответ стал пословицей в американской практике и он лишь раз подтверждает сложность процесса поисков нефти.

Если несколько лет тому назад многие геологи Союза сомневались в наличии нефти в Сибири, то в настоящее время фактический материал, собираемый ежегодно геолого-разведочными партиями говорит все более и более в пользу вполне вероятного нахождения нефти в Кузбассе.

На какие же вопросы приходится отвечать при разворачивании работ в этой области.

Первый вопрос это выяснение подходящих физико-географических условий для накопления органического материала, из которого современем могла бы образоваться нефть. На языке геологов—это значит установить какие породы будут нефтепроизводящими и какого они возраста.

В результате проведенных работ установлено, что для Кузбасса такими породами являются средне-девонские осадки и нижне-каменноугольные битуминозные известняки.

Далее идет выбор и изучение структурных особенностей района. Изучению структур при поисках нефти уделяется самое большое внимание. Для образования промышленных залежей нефти нужно, чтоб она, переместившись в осадочной толще, скопилась в так называемых сводовых частях антиклинальных структур. Только на таких куполообразных структурах проводятся дальнейшие геолого-разведочные работы.

Наконец приходится изучать и оценивать коллекторские свойства горных пород изучаемого района.

Что же касается поверхностных признаков нефтеносности, то они могут быть учтены лишь только при наличии глубокого и разностороннего анализа всех геологических данных.

За свое кратковременное существование ЗСГР трест Наркомата нефти провел значительную работу. Было выдвинуто несколько новых районов и проведена оценка их нефтеносности.

После проведения подготовительных геолого-разведочных работ в Барзасском районе и установления Невской антиклинали было организовано в 1938 году первое в Сибири глубокое роторное бурение для выяснения нефтеносности района. Бурили первую скважину много лет и надо сказать неудачно. Скважина была по техническим и геологическим соображениям остановлена на глубине 1285 м, не дойдя до своей проектной мощности в 1600 м.

После изучения невской структуры все внимание было обращено на изучение и выяснение ермаковской структуры. Пройдено свыше 30 скважин до глубины 500 м. На основании результатов бурения в настоящее время составлен проект роторного бурения.

Наряду с бурением необходимо было и разворачивать геологосъемочные работы для выяснения нефтеносности других районов Кузбасса. Были проведены работы в районе крапивинского купо-

ла в северо-восточной окраине Кузбасса и в Инском заливе Кузбасса. В результате найдены прямые признаки нефти в виде асфальтитов и озокерита. Установлен факт наличия хлоркальциевых вод в Кузбассе. Намечен целый ряд структур, к разбурированию которых уже приступлено.

Но было бы неправильным организовывать поиски только в Кузбассе, ограничив их площадью угленосных отложений. Мы считали необходимым выйти за пределы Кузбасса и осветить с точки зрения нефтеносности и Томь-Колыванскую складчатую зону. В этом направлении интересны работы проф. М. К. К о р о в и н а.

Таким образом в Западной Сибири за последнюю четверть века, впервые поставлена проблема сибирской нефти, создана специальная производственная организация, намечены перспективные области и районы, намечены структуры и приступлено к их разбурированию.

В целом проделана большая подготовительная работа, результаты которой будут оценены практическими достижениями в ближайшем будущем.

Нет надобности перечислять достижения советской геологии по другим полезным ископаемым, открытым на территории Западной Сибири. Этот список будет очень длинным и я боюсь вас утомить.

Лучше для полноты картины остановимся на достижениях отдельных отраслей геологических знаний.

В области изучения ископаемого мира Сибири проделана глубокая работа. Изучены исключительно на сибирском материале новые, вымершие еще на заре развития органического мира группы организмов, по своему объему и разнообразию не уступающие любому теперь живущему типу. Я имею в виду примитивные докембрийские и кембрийские организмы, получившие название строматолитов, и группу, населявшую кембрийское сибирское море,— археоциат.

За советский период описаны вымершие организмы из различных систем. Установлены основные закономерности в их развитии. Намечены сибирские зоогеографические и ботанические области почти для каждого геологического периода. Выпущена в свет ни одна сотня палеонтологических работ. Основной чертой сибирской палеонтологии является то, что изучение ископаемого материала идет рука об руку с развитием промышленности. Палеонтология обосновывает основные страницы тектоно-стратиграфической схемы и, следовательно, направляет поиски. На основе палеонтологического материала составлены основные стратиграфические схемы, на основе которых составляются геологические карты для отдельных районов Западной Сибири. Тесное перепле-

тение теории с практикой находит свое отражение в работе сибирских палеонтологов. Грань между геологом и палеонтологом стирается и вы подчас не знаете с кем вы имеете дело с палеонтологом или геологом.

В области петрографии и минералогии достигнуты также крупные успехи.

На основе сибирского петрографического материала наш учитель акад. Усов поставил и разрешил ряд теоретических вопросов, вошедших в мировую литературу как-то:

1. Вопрос о фациях и фазах магматических пород.
2. Вопросы генетической классификации изверженных пород.
3. О связи формы залегания изверженных пород с геологической структурой и прочее.

За советский период с достаточной детальностью были установлены и описаны многие магматические формации края (диоритовая формация Салаира, граниты Алтая, щелочные породы Минусы, скарны золотых и железорудных месторождений, дайковые породы и так далее) и установлена их связь с оруденением.

Не так много, но во всяком случае впервые были поставлены работы по изучению литологии осадочных пород и в частности Кузбасса.

Несколько слов об успехах инженерной геологии.

До Октябрьской революции в России гидрогеологией Западной Сибири никто не занимался, а науки—грунтоведения даже и не существовало.

Только в первую пятилетку развернувшееся крупное строительство поставило перед инженерной геологией целый ряд производственных заданий, требующих нового специального разрешения. В результате начинает появляться первая литература по вопросам гидрогеологии и грунтоведения Западной Сибири.

Вместе с этим начинают оформляться и научные основы этих новых отраслей знания в советских вузах. Так в 1929 г. организуется кафедра гидрогеологии и специальность в Москве, Ленинграде и Томске, а позднее и в других городах. В 1935—36 гг. утверждается специальность грунтоведения в Ленинграде и Москве.

В настоящее время эта отрасль геологии решает прикладные вопросы самых разнообразных отраслей народного хозяйства, как-то: выбор площадок для размещения нового строительства, выбор ж.-д. трасс, освещения вопросов использования подземных вод для водоснабжения, химпромышленности, для лечебных целей и прочее.

За последние 10—12 лет проделана большая работа по изучению Западной Сибири в этом отношении.

Так изучены радиоактивные термы Алтая для целей бальнеологии, освещены подземные воды Западной Сибири в связи с вопросами водоснабжения степных областей, мелиорации Барабы и процессами соленакопления. Изучены шахтные воды Кузбасса с целью выяснения условий разработки пластов угля в сложных гидрогеологических условиях, проведены специальные исследования площадок для разнообразного промышленного строительства и прочее.

Так, в самых, общих чертах я постарался крупными мазками нарисовать картину геологического изучения Западной Сибири почти за 300 лет.

Мы видим, что первые 250 лет изучения Сибири были веком длительных многолетних путешествий, веком троек, колокольцев, тарантасов, станционных смотрителей. Век повитический и давший первые сведения о природе Сибири. С чувством глубокой радости читаешь описания прежних исследователей. Они поражают нас своей разносторонностью, красотой изложения, точностью описания фактического материала и т. д.

Проведение Сиб. жел. дороги в начале XX века несколько оживило малонаселенную и бесперспективную Западную Сибирь. Более детальному геологическому обследованию подверглась полоса, непосредственно прилегающая к трассе Сиб. жел. дор. Постоянных систематических исследований не было. Работы проводились от случая к случаю, да и сама организация государственной геологической службы находилась в стадии своего младенчества. Достаточно отметить, что Геологический комитет долгое время насчитывал в своем составе шесть человек, на обязанностях которых лежало геологическое обслуживание всей царской России. Но не взирая на это, второй период изучения Сибири оставил после себя глубокий научный след и наметил основные страницы геологической истории Сибири.

Годы Советской власти войдут в историю, как годы превращения Западной Сибири из бесперспективной страны в страну, имеющую свою собственную и достаточно разнообразную минерально-сырьевую базу. Наша Сибирь таит в своих недрах богатейшие запасы самых разнообразных полезных ископаемых, число которых будет возрастать из года в год.

Армия советских геологов блестяще справилась с поставленными задачами. Она повела свои работы на базе марксистско-ленинской методологии, воспитала в себе критическое отношение к традиционным установкам, создала более или менее правильное представление о ходе геотектонического процесса на территории Западной Сибири, создала теорию, на основе которой по новому разрешила основные практические вопросы. Я не назвал имена мно-

гих геологов, кто своим трудом способствовал выявлению минерально-сырьевой базы Сибири. Думаю, что будущие поколения их оценят лучше меня. Я только отмечу еще раз, что армия геологов прекрасно поработала и особенно в годы Великой Отечественной войны и своими успехами в деле познания недр Сибири она обязана в первую очередь тому руководству, которое повседневно осуществляло на этом ответственном участке трудового фронта наша партия и правительство.

В заключение мне хочется отметить работу и сотрудников вузов и втузов.

Еще начиная со времен кабинетских геологов, да пожалуй еще раньше, научные работники наряду с выполнением своих прямых обязанностей—подготовки кадров,—всегда принимали деятельное участие в геологических исследованиях. Они каждое лето наводняют горы, леса, степи, дремучую тайгу, они терпят во время летних работ кучу лишений. Они, не щадя своих сил, ни здоровья, не взирая на свой возраст, упорно ежегодно вкладывают новые страницы в геологическую историю Сибири. Лишь только тот, кто сам работал, знает, что это не прогулка, ни отдых, а трудная работа, не знающая ни отдыха, ни комфорта. Очень часто не слезая с коня в течение всего лета, через бурные потоки, глубокие ущелья, непроходимые чащи лесов, глубокие снега, зыбкие болота геологи прокладывают пути новых исследований. Вспомните проф. Иностранцева, возглавлявшего работу кабинетских геологов, проф. Богдановича, профессоров томских вузов Обручева, Зайцева, Державина, Янишевского, Сапожникова и других крупнейших исследователей дореволюционного периода. За советский период число их значительно возросло. Сейчас все сотрудники всех геолого-разведочных вузов стремятся и летом вложить свою лепту в дело познания недр нашей страны. И летом они продолжают учиться и учить

Так разрешите мне в своем заключении отметить работу сибирских вузов, создавших славную плеяду геологов, словами великого русского поэта:

„Сейте разумное, доброе, вечное,  
Сейте! Спасибо вам скажет сердечное  
Русский народ!..“

В годы Отечественной войны наш народ отстоял свои великие завоевания и одержал всемирно-историческую победу. В труде и творчестве советские люди встретили 1946 год—начало IV-ой Сталинской пятилетки. В мирной созидательной работе советский народ полон решимости выполнить исторические задачи четвертой пятилетки. Армия геологов подарит стране новые открытия и еще шире раскроет недра Западной Сибири.



## ЭТЮДЫ ПО ГЕОГРАФИИ И ГЕНЕЗИСУ ИХТИОФАУНЫ СИБИРИ

### I. Зоогеография Сибири и место в ней бассейна реки Оби

Проф. Б. Г. ИОГАНЗЕН  
Доктор биологических наук

*„Законы, определяющие последовательность форм в прошлые времена, почти те же, которые определяют их различие в разных географических областях в настоящее время“.*

Ч. Д а р в и н. Происхождение видов.

Зоогеография представляет собою один из актуальных разделов современной науки о животных. В своем развитии она проходит три стадии: описательную, сравнительную и генетическую. Генетическая или каузальная зоогеография является обобщающей теоретической дисциплиной, опирающейся на экологический и исторический методы.

История и география животных, как указывает Ч. Дарвин, тесно связаны: „законы, управляющие жизнью, представляют замечательный параллелизм во времени и пространстве“ (Соч., т. 3, стр. 604). Изучение исторического прошлого страны многое разъясняет в отношении современного облика ее фауны и флоры и, наоборот, выяснение особенностей современного распространения организмов освещает прошлое. Поэтому геология, палеонтология и биогеография развиваются в теснейшем содружестве, оказывая постоянное воздействие друг на друга.

Зоогеография Сибири разработана еще относительно слабо. Особенно это касается рыб, сведения о распространении которых на крайнем севере и северо-востоке СССР получены лишь за последние 10—15 лет. Настало время для пересмотра прежних представлений в отношении ихтиогеографии страны, которая волею большевистской партии и советского правительства превращается из пустынной *terra incognita* в край социалистической индустрии.

На основе собственных детальных исследований ихтиофауны Западной Сибири и анализа литературы по рыбам прилегающих территорий, автор предполагает затронуть в серии очерков ряд взаимосвязных вопросов. Программа намеченных „Этюдов“ такова: I—Зоогеография Сибири и место в ней бассейна реки Оби; II—Эколого-географический очерк рыб бассейна реки Оби; III—Зоогеографические участки Западно-Сибирского округа Ледовитоморской провинции Палеарктики; IV—Пути формирования ихтиофауны Западной Сибири. Последний очерк будет сопровожден заключением и общим списком цитированной литературы.

\* \*  
\*

Благодаря работам нашего выдающегося ихтиолога и географа Л. С. Берга мы имеем теперь довольно отчетливую картину разделения территории СССР на зоогеографические области, провинции и округа, основанную на данных распространения пресноводных рыб. Схема этого деления в отношении интересующей нас территории такова. Крупнейшая зоогеографическая область земного шара—Голарктическая, или Пернарктическая, разделяется на шесть подобластей: Циркумполярную, Байкальскую, Средиземноморскую, Нагорноазиатскую, Миссиссиппскую и Колорадскую. Занимающая почти всю Сибирь, север Европы и Америки Циркумполярная подобласть в свою очередь делится на Тихоокеанскую и Ледовитоморскую провинции, а последняя на Европейский, Сибирский и Гудсонов округа. Бассейн реки Амура, Сахалин, Приморье, Корея и Япоия относятся к особой Амурской переходной зоогеографической области (Берг, 1933).

П. А. Дрягин (1933), лично исследовавший рыб северо-востока Сибири, выделяет реки Якутии (рр. Хатанга, Оленек, Лена, Яна, Индигирка, Алазея, Б. Чукочьа, Колыма, Чаун) в особый Восточно-Сибирский (Якутский) округ Ледовитоморской провинции, в отличие от Западно-Сибирского (Обь Енисейского), на которые таким образом разбивается Сибирский округ Л. С. Берга.

### *Отличия округов по П. А. Дрягину (1933)*

|                                        | Зап. Сибирь | Вост. Сибирь |
|----------------------------------------|-------------|--------------|
| <i>Acipenser ruthenus</i>              | +           | —            |
| <i>Tinca tinca</i>                     | +           | —            |
| <i>Osmerus eperlanus dentex</i>        | +           | +            |
| <i>Hypomesus olidus</i>                | —           | +            |
| <i>Catostomus catostomus rostratus</i> | —           | +            |
| <i>Oncorhynchus</i> sp.                | —           | +            |

Л. С. Берг (1933) признает неоднородность Сибирского округа, но делит последний, с ссылкой на П. А. Дрягина, лишь на два участка: Западно-Сибирский—на восток до Енисея (включая и его) и Восточно-Сибирский—от Хатанги и Лены до Колымы.

### Отличия участков по Л. С. Бергу (1933)

|                                  | Западный | Восточный                     |
|----------------------------------|----------|-------------------------------|
| <i>Acipenser ruthenus</i>        | +        | { только помесь<br>между ними |
| <i>Acipenser baeri</i>           | +        |                               |
| <i>Oncorhynchus</i>              | —        | +                             |
| <i>Osm. eperlanus dentex</i>     | +        | —                             |
| <i>Cat. catostomus rostratus</i> | —        | +                             |
| <i>Tinca tinca</i>               | +        | —                             |
| <i>Arctogadus borisovi</i>       | —        | +                             |

Этот список нуждается теперь в некоторых исправлениях: осетр водится во всех реках до Колымы (Никольский, 1939); корюшка найдена в Хатанге (Михин, 1941).

Разделение Ледовитоморской провинции на два округа принимает и В. Г. Гаптнер (1936).

Исследования П. Г. Борисова (1928) по рыбам р. Лены и П. А. Дрягина (1933) по рыбам Якутии явились первыми работами, осветившими ихтиофауну крупных речных бассейнов Восточной Сибири. Только с этого времени могли начаться серьезные попытки ихтиогеографического районирования этой огромной страны.

Если мы взглянем на географическую карту мира, то увидим, что „Сибирский округ“ Л. С. Берга, в сравнении с другими округами Палеарктики, обладает колоссальной площадью и включает ряд крупнейших рек мира—Обь, Енисей, Лену и др. Площадь этого „округа“ во много раз превышает размеры целых провинций (напр., Балтийской, Средиземноморской, Понто-Каспийско-Аральской и др.), подобластей (напр., Нагорноазиатской) и даже областей (напр., Амурской и Месопотамской). Между тем ихтиофауна Сибири в разных ее частях не так уже однородна, хотя в общем относительно бедна видами, а геологическая история и современные жизненные условия в них совсем не однообразны. Причины нерасчлененности Сибири в зоогеографическом отношении кроются не столько в однообразии фауны, сколько просто в недостаточной изученности ее, неполноте данных относительно ареалов отдельных видов.

После работ Л. С. Берга (1933, 1934) советские ихтиологи сделали очень много для изучения и освоения рыбных ресурсов речных бассейнов, впадающих в Сев. Ледовитый океан. В связи с рас-

сма­три­вае­мым во­про­сом нуж­но от­ме­тить ис­сле­до­ва­ния А. Н. Про­ба­то­ва по ры­бам ре­ки Ка­ры, М. И. Мень­ши­ко­ва—по Ир­ты­шу, Б. Г. Ио­ган­зе­на—по Оби, И. Г. Ю­дан­о­ва и Е. В. Бу­рма­ки­на—по Об­ской гу­бе, В. Н. Ска­ло­на—по Та­ау, Е. В. Бу­рма­ки­на, Г. Г. Га­лки­на, В. К. Еси­по­ва, Е. В. Ки­се­ле­вой, В. А. Ру­да­ко­вой и Г. Х. Ша­пош­ни­ко­вой—по Гы­дан­ско­му за­ли­ву, В. И. Дми­три­е­ва и А. В. Под­лес­но­го—по Ени­сею, Ф. И. Бе­лых и М. В. Ло­га­ше­ва—по Но­риль­ским озе­рам, Н. А. Остро­у­мо­ва и П. Л. Пи­ро­ж­ни­ко­ва—по ре­ке Пя­си­не, В. С. Ми­хи­на—по Ха­тан­ге, П. А. Дря­ги­на—по ре­кам Яку­тии и др. Кро­ме то­го, мно­го но­во­го по во­про­су рас­про­стра­не­ния от­дель­ных ви­дов со­дер­жит­ся в ра­бо­тах Г. Д. Ду­ль­кей­та (си­ги), Б. Г. Ио­ган­зе­на (ми­но­ги, стер­лядь, мон­голь­ский елец), Г. В. Ни­коль­ско­го (осетр, пес­карь), А. Н. Све­то­во­до­ва (ха­риу­сы) и др.

Упо­мя­ну­тые ра­бо­ты и дру­гие, бо­лее мел­кие ис­сле­до­ва­ния, а так­же час­тич­но неопу­бли­ко­ван­ные дан­ные, по­зво­ля­ют те­перь зна­чи­тель­но уточ­нить рас­про­стра­не­ние рыб в Си­би­ри, вы­яв­ля­ют на­ли­чие раз­лич­ных мест­ных форм (от *patio* и *subspecies*—до ви­дов) и де­ла­ют воз­мож­ным по но­во­му и бо­лее кон­крет­но райо­ни­ро­вать огром­ную тер­ри­то­рию Си­би­ри в зоо­гео­гра­фическом от­но­ше­нии.

Рас­смот­ре­ние спи­ска пред­ста­ви­те­лей ле­до­ви­то­мор­ской их­тио­фауны Си­би­ри (см. при­ло­же­ние) при­во­дит к вы­во­ду, что П. А. Дря­гин был прав. Ле­до­ви­то­мор­ская про­вин­ция долж­на быть раз­де­ле­на не на два, как де­ла­ет Л. С. Берг, а на бо­ль­шее ко­ли­че­ство ок­ру­гов. Вос­точ­но-Си­бир­ский ок­руг, в гра­ни­цах П. А. Дря­ги­на, ох­ва­ты­вая ряд ре­чных си­стем, от Ха­тан­ги до Ко­лы­мы, и да­лее на восток до Чу­кот­ско­го по­лу­ос­тро­ва, пред­ста­в­ля­ет в их­тио­оло­гическом от­но­ше­нии хо­ро­шо очер­чен­ное це­лое. Но За­пад­но-Си­бир­ский ок­руг, в смы­сле П. А. Дря­ги­на, еди­ни­ца бо­лее ис­кус­ствен­ная и долж­на быть раз­де­ле­на на две ча­сти: За­пад­но-Си­бир­ский ок­руг в узком смы­сле (бас­сейн р. Оби) и Сред­не-Си­бир­ский ок­руг (бас­сейн р. Ени­сея).

#### *Родовые различия евразийских округов Ледовитоморской провинции*

|                     | Европ. | Зап.-Сиб. | Ср.-Сиб. | Вост.-Сиб. |
|---------------------|--------|-----------|----------|------------|
| <i>Acipenser</i>    | —      | +         | +        | +          |
| <i>Clupea</i>       | +      | +         | —        | —          |
| <i>Salmo</i>        | +      | —         | —        | —          |
| <i>Oncorhynchus</i> | —      | —         | —        | +          |
| <i>Hucho</i>        | —      | +         | +        | +          |
| <i>Brachymystax</i> | —      | +         | +        | +          |
| <i>Hypomesus</i>    | —      | —         | —        | +          |

|                 |   |   |   |   |
|-----------------|---|---|---|---|
| Catostomus      | — | — | — | + |
| Oreoleuciscus   | — | + | — | — |
| Tinca           | — | + | + | — |
| Diptichus       | — | + | — | — |
| Dallia          | — | — | — | + |
| Eleginus        | + | + | — | — |
| Boreogadus      | + | + | + | — |
| Arctogadus      | — | — | — | + |
| Cottocomephorus | — | — | + | — |
| Cyclopterus     | + | + | — | — |
| Pleuronectes    | + | — | + | — |

Отличия Европейского округа, выделяемого Л. С. Бергом, достаточно наглядны (присутствие рода лососей *Salmo* и отсутствие родов осетра *Acipenser*, тайменя *Nucho* и ленка *Brachymystax*, играющих весьма видную роль в реках Сибири) и потому не нуждаются в добавочных аргументах.

Необходимо лишь исправить восточную границу Европейского округа. Л. С. Берг заканчивает его бассейном р. Печоры, относя р. Кару, Байдарацкую губу и весь Ямальский полуостров к Сибирскому округу. Исследованиями А. Н. Пробатова установлено присутствие в бассейне р. Кары целого ряда европейских элементов, как например, хариус *Thymallus thymallus*, лосось *Salmo salar*, беломорская ряпушка *Coregonus sardinella maris-albi*. А. А. Бируля (Birula, 1937) указывает для р. Кары аналогичные формы из ракообразных (*Eupagurus pubescens*, *Monoculopsis longicornis* и др.). Это дает основание отнести к Европейскому округу не только р. Кару, но и западную часть Ямала, принадлежащую к бассейну Байдарацкой губы. Относительно состава фауны этого района данных очень мало, но известное уже относительно р. Кары делает вполне возможным и очень вероятным нахождение здесь европейских элементов.

Восточно-Сибирский округ, выделенный П. А. Драгиным, также имеет достаточно четкие отличия (присутствуют роды дальневосточных лососей *Oncorhynchus*, малой корюшки *Hyperomestes*, чукучана *Catostomus*, восточно-сибирской трески *Arctogadus* и на крайнем северо-востоке округа в пределах Чукотского полуострова — черной рыбы *Dallia*; отсутствуют роды линей *Tinca* и полярной трески *Boreogadus*).

Что касается выделяемых мною Западно-Сибирского (Обь—Гыда) и Средне-Сибирского (Енисей—Таймыр) округов, то отличия между ними также весьма существенны, особенно, если учесть общую бедность видового состава ихтиофауны Сибири. Так, в бассейне реки Оби мы находим представителей родов сельди *Clupea*, монгольских ельцов *Oreoleuciscus*, голых османов *Diptychus*, наваги

*Eleginus* и круглопера *Cyclopterus*, отсутствующих в бассейне Енисея, зато в последнем имеются представители рода байкальских бычков *Cottocomorphus* и камбал *Pleuropectes*.

*Видовые различия сибирских округов Ледовитоморской провинции*

|                               | Зап.-Сиб. | Ср.-Сиб. | Вост.-Сиб. |
|-------------------------------|-----------|----------|------------|
| <i>Acipenser ruthenus</i>     | +         | +        | —          |
| <i>Salvelinus tolmachoffi</i> | —         | —        | +          |
| <i>S. czerskii</i>            | —         | —        | +          |
| <i>S. hoganidae</i>           | —         | —        | +          |
| <i>S. jacuticus</i>           | —         | —        | +          |
| <i>S. drjagini</i>            | —         | +        | —          |
| <i>Coregonus cylindraceus</i> | —         | +        | +          |
| <i>Thymallus nigrescens</i>   | —         | +        | —          |
| <i>Phoxinus lagowskii</i>     | —         | —        | +          |
| <i>P. sedelnikowi</i>         | +         | —        | —          |
| <i>Nemachilus strauchi</i>    | +         | —        | —          |
| <i>Pungitius platygaster</i>  | +         | —        | —          |
| <i>Cettus kneri</i>           | —         | +        | —          |
| <i>C. kessleri</i>            | —         | +        | —          |

Указанных различий вполне достаточно для обоснования самостоятельности выделяемых нами округов. Я не привожу списка подвидов (и *nationis*), которыми различаются отдельные округа, так как этих форм слишком много. С другой стороны, округа следует выделять именно на основании родовых и видовых различий, тогда как при разграничении зоогеографических участков можно опираться на виды, подвиды и отчасти племена.

По вопросу о наличии определенной зоогеографической границы между Обью и Енисеем можно сослаться также на И. И. Пузанова (1938). Давая карту зоогеографических областей суши по П. Л. Склэтеру и А. Р. Уоллесу, с изменениями по Р. Гольдхаузу, А. П. Семенову Тянь-Шанскому и др., этот автор делит северную часть Палеарктики на две подобласти—западную Европейско-Обскую и восточную Ангарскую, причем границей между ними служит именно водораздел Обь—Енисей.

Проведенная Л. С. Бергом южная граница Ледовитоморской провинции является вполне естественной. Нет никаких оснований для отнесения верховьев Обского бассейна, куда проникли монгольские элементы (*Oreoleuciscus*), к Нагорноазиатской подобласти. Весь основной костяк ихтиофауны Алтая (включая районы, занятые *Oreoleuciscus*) типично ледовитоморского характера. Некоторые сибирские элементы, например, хариус, идут и в Западную Монголию. То обстоятельство, что орнитологи (Сушкин, 1925, 1938) и маммологи (Колосов, 1939) относят юго-восточный Ал-

тай к Нагорноазиатской подобласти, объясняется большей легкостью преодоления водоразделов и горных систем для представителей наземной фауны, сравнительно с рыбами, вследствие чего в последнеикровое время сюда успел проникнуть целый ряд монгольских птиц и млекопитающих, тогда как инвазия гидробионтов оказывается более затрудненной и потому происходит медленнее.

Таким образом, автор предлагает разделение Ледовитоморской провинции на пять отдельных зоогеографических округов: Гудсонов, Европейский (от Ставангара до р. Кары включительно), Западно-Сибирский (Обь—Гыда), Средне-Сибирский (Енисей—Таймыр) и Восточно-Сибирский (Хатанга—Чаун и северная часть Чукотки). Вопрос об этом впервые поднят нами в тезисной форме два года тому назад (Иоганзен, 1944).

Следует подчеркнуть, что разделение территории Сибири на отдельные зоогеографические округа имеет не только формальное значение, облегчая обзор фауны огромной территории, но и глубокий историко-фаунистический смысл, указывая на пути формирования фауны, которая в различных частях страны складывалась под влиянием разных пограничных областей.

Восточно-Сибирский округ слагается из водоемов северной части Чукотского полуострова и бассейнов рр. Чауна, Колымы, Б. Чукочьей, Алазеи, Индигирки, Яны, Омолая, Лены, Оленека, Анабары и Хатанги. Отношение р. Хатанги к данному округу, а не в Средне-Сибирскому, видно хотя бы из того, что в ней присутствует восточно-сибирская треска *Arctogadus borisovi* и нет стерляди *Acipenser ruthenus*. Ихтиофауна этого округа несет на себе черты влияния Тихоокеанской провинции (*Orcorhynchus keta*, *O. gorbuscha*) и, в частности, Америки (*Catostomus catostomus rostratus* и *Dallia pectoralis*, ареалы которых свидетельствуют о четвертичном соединении Чукотского полуострова с Аляской), а также Амурской области (*Phoxinus lagowskii*).

В отличие от Западно-Сибирского и Средне-Сибирского округов, вытянутых преимущественно в меридианальном направлении и имеющих по одной ведущей речной системе (в первом—Обь и во втором—Енисей), Восточно-Сибирский округ характеризуется значительно большей вытянутостью по широте и наличием ряда самостоятельных речных систем, хотя среди них также имеется главный бассейн (Лена).

Различия в ихтиофауне отдельных речных систем Якутии позволяют разделить данный округ на самостоятельные ихтиогеографические участки. П. А. Дрягин выделяет таковых два: 1) Ленский (от Хатанги до Яны) и 2) Колымский (от Индигирки до Чауна). Ленскому участку свойственны *Coregonus tugun*, *Rutilus rutilus lacustris*, *Leuciscus idus* и *Carassius carassius*, которые отсутствуют в

Колымском участке. Очевидно, что дальнейшее изучение ихтиофауны округа позволит выделить большее количество характерных участков. Уже сейчас намечается выделение в особые участки: 3) бассейна р. Хатанги (эндемичные *Salvelinus tolmachoffi* и *S. boganidae*, близкие к гольцам Гыданского залива; присутствие *Osmerus eperlanus dentex* и др.), 4) южной части бассейна р. Лены (амурский гольян *Phoxinus lagowskii* и др.) и 5) Чукотского полуострова (*Dallia pectoralis* и др.).

Средне-Сибирский округ обнимает бассейн реки Енисея с впадающими в Байкал реками Селенгой с озером Косогол и Верхней Ангарой, затем рр. Пясины и Таймыр. Наличие в ихтиофауне Енисея *Cottocomphorus grewinkii*, *Cottus kneri* и *C. kessleri* говорит о влиянии на округ Байкальской зоогеографической подобласти.

Распространение рыб в пределах округа изучено еще совершенно недостаточно, но уже теперь намечается возможность выделения нескольких зоогеографических участков: 1) Селенгинского, с оз. Косогол, для которого характерен эндемичный хариус *Thymallus nigrescens*; 2) Минусинского, в пределах которого водится своеобразный саянский валец *Coregonus cylindraceus mongolicus*; 3) Ангарского, отличающегося присутствием отмеченных выше байкальских элементов; 4) Таймырского, к которому условно относим бассейны рр. Пясины и Таймыр (эндемичный голец *Salvelinus*, восточный хариус *Thymallus arcticus pallasi* и др.).

Западно-Сибирский округ включает бассейн р. Оби, р. Таз, ряд рек Ямальского и Гыданского полуостровов, текущих в Обскую губу, бассейн Гыданского залива, затем бессточные системы реки Нуры с оз. Денгиз в Акмолинской области и реки Урунгу с оз. Улюнгур в области Монгольского Алтая.

Местоположение данного округа и связанные с этим зоогеографические отношения последнего с пограничными областями весьма сложны. Соприкасаясь с рядом различных подразделений Палеарктики, Обской бассейн испытывает на себе их влияние и, в свою очередь, сам оказывает воздействие на них. С запада (через Урал) и с севверо-запада (через Каспийское море) Западно-Сибирский округ может испытывать влияние Европейского округа, с севера — Полярного бассейна и с востока Средне-Сибирского округа Ледовитоморской провинции; на юго-востоке округа верховья Оби испытывают влияние Западно-Монгольской провинции, а верховья Иртыша с озером Зайсан — Балхашской и частично Таримской провинций Нагорноазиатской подобласти, наконец, с юга на бассейн Иртыша широким фронтом воздействует Аральский округ и на юго-западе — Каспийский округ Понто-Каспийско-Аральской провинции Средиземноморской ихтиологической подобласти.



Уже из одного перечня пограничных округов и провинций наглядно видно, что Западная Сибирь находится в совершенно специфических условиях и с точки зрения задач ихтиогеографического исследования представляет собой незаурядное явление. Будучи геологически молодой (постгляциальной), ихтиофауна Обского бассейна, как это а priori очевидно и следует из приведенных выше материалов, должна быть весьма гетерогенной по составу и происхождению (см. следующие выпуски „Этюдov“).

Сложная и различная в общем геологическая история, которую пережили в кайнозойское время отдельные районы Западной Сибири, разнообразие современных условий существования и разнородные влияния, которые оказывались соседними областями — все это приводит к относительному разнообразию ихтиофауны Обского бассейна, делая ее наиболее богатой среди рек Ледовитоморской провинции.

Кафедра ихтиологии  
и гидробиологии ТГУ

---

Ихтиофауна речных бассейнов Сев. Ледовитого океана в пределах Сибири  
(без Байкала)

| Виды и подвиды                                | Обь | Гыда | Енисей | Пясина | Хатанга | Анабара | Оленек | Лена | Омолуй | Яна | Индигирка | Алазея | Колыма |
|-----------------------------------------------|-----|------|--------|--------|---------|---------|--------|------|--------|-----|-----------|--------|--------|
| <b>Petromyzonidae</b>                         |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Lampetra japonica septentrionalis</i> Berg | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | +    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>L. japonica kessleri</i> (Anikin)          | +   | —    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <b>Acipenseridae</b>                          |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Acipenser ruthenus</i> L. . . . .          | —   | —    | +      | +      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>A. ruthenus marsilii</i> Menshikov.        | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>A. ruthenus ruzskyi</i> Johansen           | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>A. baeri</i> Brandt . . . . .              | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <b>Clupeidae</b>                              |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Clupea harengus pallasi</i> Val. . .       | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Salmonidae</b>                             |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Oncorhynchus keta</i> (Walb) . .           | —   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | +    | ?      | ?   | +         | ?      | +      |
| <i>O. gorbuscha</i> (Walb) . . . . .          | —   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | +    | +      | +   | +         | —      | +      |
| <i>Salvelinus alpinus</i> L. . . . .          | +   | +    | +      | +      | +       | ?       | ?      | +    | +      | +   | ?         | ?      | +      |
| <i>S. tolmachoffi</i> Berg . . . . .          | —   | —    | —      | —      | +       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>S. czerskii</i> Drjagin . . . . .          | —   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | +         | +      | +      |
| <i>S. boganidae</i> Berg . . . . .            | —   | —    | —      | —      | +       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>S. jacuticus</i> Borisov . . . . .         | —   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | +    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>S. drjagini</i> Logashov . . . . .         | —   | —    | —      | +      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>Hucho taimen</i> (Pall) . . . . .          | +   | —    | +      | —      | —       | ?       | ?      | +    | +      | +   | +         | —      | —      |
| <i>Brachymystax lenok</i> (Pall) . . .        | +   | —    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Stenodus leucichthys nelma</i> (Pall).     | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Coregonus sardinella</i> Val. . . .        | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Coregonus tugun</i> (Pall) . . . .         | —   | —    | +      | +      | +       | ?       | ?      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>C. tugun manerka</i> Johansen . .          | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>C. tugun sossvinka</i> Johansen . .        | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>C. tugun lenensis</i> Berg . . . .         | —   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | +    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>C. autumnalis</i> (Pall) . . . . .         | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>C. peled</i> (Gmel.) . . . . .             | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>C. cylindraceus</i> (Pall) . . . . .       | —   | —    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>C. nasus</i> (Pall) . . . . .              | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>C. lavaretus pidschian</i> (Gmel.) .       | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>C. muksun</i> (Pall) . . . . .             | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |

| Виды и подвиды                                          | Обь | Гыда | Енисей | Пясина | Хатанга | Анабара | Оленек | Лена | Омской | Яна | Индигирка | Алазея | Колыма |
|---------------------------------------------------------|-----|------|--------|--------|---------|---------|--------|------|--------|-----|-----------|--------|--------|
| <b>Thymallidae</b>                                      |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Thymallus arc. arcticus</i> (Pall.)                  | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>T. arcticus pallasi</i> Val. . . . .                 | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>T. nigrescens</i> Dorogostaisky                      | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <b>Osmeridae</b>                                        |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Osmerus eperlanus dentex</i>                         | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| Steind . . . . .                                        | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Hypomesus olidus</i> (Pall.) . . .                   | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <b>Esocidae</b>                                         |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Esox lucius</i> L. . . . .                           | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <b>Catostomidae</b>                                     |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Catostomus catostomus rostratus</i> (Til.) . . . . . | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <b>Cyprinidae</b>                                       |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Rutilus rutilus lacustris</i> (Pall.)                | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>R. rutilus aralensis</i> Berg . . .                  | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Oreoleuciscus potanini</i> Kessl. .                  | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Oreoleuciscus humilis</i> Warp . .                   | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Leuciscus leuc. baicalensis</i> (Dyb)                | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>L. idus</i> (L) . . . . .                            | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Phoxinus phoxinus</i> (Pall.) . . .                  | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>P. czekanowskii</i> Dyb. . . . .                     | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>P. czekanowskii ignatowi</i> Berg .                  | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>P. lagowskii</i> Dyb. . . . .                        | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>P. sedelnikowi</i> Berg . . . . .                    | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>P. phoxinus</i> (L.) . . . . .                       | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Tinca tinca</i> (L.) . . . . .                       | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Gobio gobio</i> (L.) . . . . .                       | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>G. gobio sibiricus</i> Nik . . . . .                 | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>G. gobio acutipinnatus</i> Mensh. .                  | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>G. gobio tungussicus</i> Borisov . .                 | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Diptychus dybowskii</i> Kessl. . .                   | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Carassius carassius</i> (L.) . . .                   | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>C. auratus gibelio</i> (Bloch) . . .                 | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |

| Виды и подвиды                                               | Обь | Гыда | Енисей | Пясина | Хатанга | Анабара | Оленек | Лена | Омолуй | Яна | Индигирка | Алазея | Колыма |
|--------------------------------------------------------------|-----|------|--------|--------|---------|---------|--------|------|--------|-----|-----------|--------|--------|
| <b>Cobitidae</b>                                             |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Nemachilus barbatulus toni</i> (Dyb.)                     | +   | —    | +      | +      | ?       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>N. barbat. markakulensis</i> Mensh.                       | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | +      | +   | +         | +      | —      |
| <i>N. strauchi zaisanicus</i> Mensh.                         | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>Cobitis taenia</i> L. . . . .                             | +   | —    | +      | —      | ?       | ?       | ?      | +    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Umbridae</b>                                              |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Dallia pectoralis</i> Bea <sup>1)</sup> . . . . .         | —   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Gadidae</b>                                               |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Boreogadus saida</i> (Lep.) . . . . .                     | +   | —    | +      | +      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>Eleginus navaga karaensis</i> Yessip.                     | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>Arctogadus borisovi</i> Drjagin                           | —   | —    | —      | —      | +       | —       | —      | +    | ?      | ?   | ?         | ?      | +      |
| <i>Lota lota</i> (L.) . . . . .                              | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <b>Gasterosteidae</b>                                        |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Pungitius pungitius</i> (L.) . . . . .                    | +   | +    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>P. platygaster aralensis</i> (Kessl)                      | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Percidae</b>                                              |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Perca fluviatilis</i> L. . . . .                          | +   | —    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>Acerina cernua</i> (L.) . . . . .                         | +   | —    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | —      | +   | +         | +      | +      |
| <i>A. cernua essipovi</i> Burmakin                           | —   | +    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Cottidae</b>                                              |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Myoxocephalus quadricornis</i>                            |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>labradoricus</i> (Girard) . . . . .                       | +   | +    | +      | +      | +       | ?       | ?      | +    | +      | +   | ?         | ?      | +      |
| <i>Cottus poecilopus</i> Heckel . . . . .                    | +   | —    | +      | +      | +       | +       | +      | +    | +      | +   | +         | +      | +      |
| <i>C. sibiricus</i> Kessl. . . . .                           | +   | —    | +      | +      | ?       | +       | +      | +    | +      | +   | ?         | ?      | —      |
| <i>C. kneri</i> Dyb. . . . .                                 | —   | —    | +      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>C. kessleri</i> Dyb. . . . .                              | —   | —    | +      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Cottocomphoridae</b>                                      |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Cottocomphorus growingki</i> (Dyb.)                       | —   | —    | +      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Cyclopteridae</b>                                         |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Cyclopterus lumpus</i> (L.) . . . . .                     | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <b>Pleuronectidae</b>                                        |     |      |        |        |         |         |        |      |        |     |           |        |        |
| <i>Liopsetta glacialis</i> (Pall) . . . . .                  | —   | —    | +      | —      | +       | ?       | +      | +    | ?      | ?   | ?         | ?      | +      |
| <i>L. glacialis knipowitschi</i> Yessip                      | +   | —    | —      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| <i>Pleuronectes flesus septentrionalis</i> Suvorov . . . . . | —   | —    | +      | —      | —       | —       | —      | —    | —      | —   | —         | —      | —      |
| Обнаружены                                                   | 54  | 18   | 44     | 31     | 33      | 27      | 28     | 40   | 27     | 28  | 28        | 26     | 33     |
| Предполагаются                                               | —   | —    | —      | —      | 6       | 7       | 6      | —    | 5      | 5   | 6         | 6      | —      |
| Всего                                                        | 54  | 16   | 44     | 31     | 39      | 34      | 34     | 40   | 32     | 33  | 34        | 32     | 33     |

1) Чукотский полуостров.

# ОБ ИНТЕГРАЛАХ ПРОСТЕЙШЕГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ПОДВИЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОСОБЕННОСТЬЮ ПРАВОЙ ЧАСТИ

Проф. П. П. КУФАРЕВ

Пусть  $\alpha(t)$ —вещественная непрерывная на интервале  $-\infty < t < \infty$  функция, и

$$\mu(t) = e^{i\alpha(t)}. \quad (1)$$

Известно, что решение

$$w = w(t, w_0, \tau), \quad w(\tau, w_0, \tau) = w_0, \quad (2)$$

уравнения Левнера:

$$\frac{dw}{dt} = w \frac{\mu(t) + w}{\mu(t) - w}, \quad (3)$$

рассматриваемое как функция начального значения  $w_0$ , при всяком  $t < \tau$  конформно отображает круг

$$Q_{w_0}: |w_0| < 1$$

на однолистную односвязную, содержащую  $w = 0$  область  $B_w(t, \tau)$ , принадлежащую кругу  $Q_w^*$ .

В связи с этим для уравнения Левнера—простейшего уравнения с подвижной полярной особенностью правой части—можно поставить задачу: охарактеризовать свойства семейства областей  $B_w(t, \tau)$ , если известны свойства функции  $\alpha(t)$ .

В данной работе доказывается, что если при  $t \in [a, b]$   $\alpha(t)$  имеет ограниченную производную, то при  $a \leq t \leq \tau \leq b$  область  $B_w(t, \tau)$  получается из  $|w| < 1$  проведением разреза по простой дуге Жордана, а также выясняется закон образования семейства областей  $B_w(t, \tau)$  и в некоторых других более общих случаях.

<sup>1)</sup> стр. 42.

Аналогичные выводы могут быть получены при изучении решений уравнения:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{1}{\alpha(t) - w},$$

(которые однолиственны в полуплоскости  $\text{Im} w_0 > 0$ ).

§ 1. Будем предполагать, что  $\alpha(t)$  имеет ограниченную на всяком конечном сегменте вариацию \*).

Изучим сначала решения уравнения (3), по модулю равные единице.

Выполняя замену  $w = e^{i\varphi}$ , сводим задачу к исследованию вещественных решений уравнения

$$-\frac{d\varphi}{dt} = \cotg \frac{\varphi - \alpha(t)}{2}. \quad (4)$$

Будем называть решением уравнения (4) на сегменте  $(a, b)$  всякую непрерывную функцию, удовлетворяющую уравнению всюду на  $(a, b)$  за исключением, может быть, замкнутого множества, нигде не плотного на  $(a, b)$ .

Если интегральная кривая  $\varphi = \varphi(t)$  — гладкая, то будем кратко называть функцию  $\varphi(t)$  гладким решением.

1. Существуют лишь два гладких решения  $\varphi_1(t, \tau)$ ,  $\varphi_2(t, \tau)$  уравнения (4), стремящиеся к  $\alpha(\tau)$  при  $t \rightarrow \tau + 0$ . Каждое из этих решений может быть единственным образом продолжено на весь интервал  $t < \tau < \infty$ . При таком продолжении (и при надлежащем выборе обозначений) всюду на интервале  $\tau < t < \infty$  выполняются неравенства:

$$\alpha(t) - 2\pi \leq \varphi_1(t, \tau) \leq \alpha(t), \quad (5_1)$$

$$\alpha(t) \leq \varphi_2(t, \tau) \leq \alpha(t) + 2\pi. \quad (5_2)$$

*Доказательство.* Рассмотрим для уравнения:

$$-\frac{dt}{d\varphi} = \tg \frac{\varphi - \alpha(t)}{2} \quad (4a)$$

на достаточно малом сегменте  $[\varphi_0, \varphi_0 + \varepsilon]$ ,  $\varphi_0 = \alpha(\tau)$ ,  $\varepsilon > 0$ , ломаные Ейлера, проходящие через точку  $P(\tau, \varphi_0)$  и принадлежащие области:  $0 \leq \varphi - \alpha(t) \leq \pi$ . Первое звено каждой ломаной принадлежит прямой  $t = \tau$ , и все ломаные располагаются в полуплоскости  $t \geq \tau$ . Из множества таких ломаных Ейлера можно выбрать последовательность, сходящуюся на  $[\varphi_0, \varphi_0 + \varepsilon]$  к интегральной кривой  $t = t_2(\varphi, \tau)$  \*\*), также лежащей в области  $0 \leq \varphi - \alpha(t) \leq \pi$ ,  $t \geq \tau$ . Так как  $\frac{dt_2}{d\varphi} \geq 0$  на  $[\varphi_0, \varphi_0 + \varepsilon]$ , и функция  $t_2(\varphi, \tau)$  не может быть по-

\*) Впрочем, это условие используется лишь начиная с п. 8.

\*\*) 2) стр. 66.

стоянной ни на каком интервале, то обратная функция  $\varphi = \varphi_2(t, \tau)$  однозначно определена на сегменте  $[\tau, \tau + h]$ ,  $h = t_2(\varphi_0 + \epsilon, \tau)$ . Эта функция является решением уравнения (4), обладающим на  $[\tau, \tau + h]$  указанными в теореме свойствами.

Докажем единственность гладкого решения  $\varphi_2(t, \tau)$ . Из (4) находим, что разность

$$u = \varphi_2(t, \tau) - \varphi_2^*(t, \tau)$$

двух решений, для которых на  $[\tau, \tau + h]$  выполняется неравенство (52), удовлетворяет уравнению:

$$-\frac{du}{dt} = -u f(t),$$

где  $f(t)$  — неотрицательная на  $[\tau, \tau + h]$  функция. Но интегральная кривая  $u = u(t)$  этого уравнения может лишь в том случае проходить через точку  $t = \tau$ ,  $u = 0$ , если на всем сегменте  $[\tau, \tau + h]$   $u \equiv 0$ .

Также доказывается существование и единственность решения  $\varphi_1(t, \tau)$ .

Остается указать, как решение  $\varphi_2(t, \tau)$  ( $\varphi_1(t, \tau)$ ) гладко продолжается на весь интервал  $\tau < t < \infty$ .

Пусть  $\varphi_2(t, \tau)$  определено на интервале  $\tau < t < t_0$  и удовлетворяет на нем неравенствам (5<sub>2</sub>). При  $t \rightarrow t_0 - 0$   $\varphi_2(t, \tau)$  стремится к определенному пределу (ибо в противном случае кривая  $\varphi = \alpha(t) + \pi$ , на которой располагаются экстремумы интегральной кривой  $\varphi = \varphi_2(t, \tau)$ , была бы разрывна при  $t = t_0$ ). Если  $\lim_{t \rightarrow t_0} \varphi_2(t, \tau)$  не равен ни  $\alpha(t_0)$ , ни  $\alpha(t_0) + 2\pi$ , то продолжение решения осуществляется обычным образом. Если при  $t \rightarrow t_0 - 0$   $\varphi_2(t, \tau) \rightarrow \alpha(t_0)$  (в этом случае возрастающая), то принимаем за продолжение решения  $\varphi_2(t, \tau)$  решение  $\varphi_2(t, t_0)$ . Наконец, если  $\varphi_2(t, \tau) \rightarrow \alpha(t_0) + 2\pi$  (убывающая), то гладким продолжением будет решение  $\varphi_1(t, t_0) - 2\pi$ .

Аналогично определяется гладкое продолжение для  $\varphi_1(t, \tau)$ .

При других способах продолжения интегральные кривые могут иметь точки возврата на особых линиях

$$\gamma_s: \varphi = \alpha(t) + s\pi \quad (s = 0, \pm 2, \pm 4, \dots) \quad (5)$$

уравнения (4).

§ 2. Всякое решение уравнения (4), стремящееся к  $\alpha(\tau)$  при  $t \rightarrow \tau - 0$ , будем обозначать  $\varphi_-(t, \tau)$ .

Возможность существования таких решений следует из теоремы:

2. Если на интервале  $\tau - h < t < \tau$ ,  $h > 0$ , выполняется неравенство:

$$|\alpha(t) - \alpha(\tau)| \geq 4\sqrt{\tau - t}, \quad (6)$$

то всякая гладкая интегральная кривая, проходящая через произвольную точку области А, ограниченной кривыми  $\gamma_0$ ,  $t = \tau - h$  и

$$C\delta: \varphi = \alpha(\tau) + 2\delta \sqrt{\tau - t}, \quad \delta = \frac{\alpha(t) - \alpha(\tau)}{|\alpha(t) - \alpha(\tau)|} = \pm 1, \quad (7)$$

проходит через точку  $P(\tau, \alpha(\tau))$ .

Докажем теорему для случая, когда

$$\alpha(t) - \alpha(\tau) \geq 4 \sqrt{\tau - t} \quad (6a)$$

( $\delta = 1$ ). Пусть Q — какая-либо точка области А. При возрастании  $t$  интегральная кривая, выходящая из Q, не может выйти из А в точках параболы  $C_1$ , так как в силу неравенства (6a) в точках параболы  $C_1$  угол наклона параболы меньше угла наклона интегральных кривых уравнения (5):

$$\cotg \frac{\alpha(\tau) + 2\sqrt{\tau - t} - \alpha(t)}{2} > - \frac{1}{\sqrt{\tau - t}}.$$

При гладком продолжении интегральная кривая не выходит из А и через кривую  $\gamma_0$ . Следовательно, она, пройдет через Р.

С другой стороны:

3. Если при  $\tau - h < t < \tau$  выполняется неравенство:

$$|\alpha(t) - \alpha(\tau)| \leq 4q \sqrt{\tau - t}, \quad q < 1, \quad (8)$$

то гладких решений  $\varphi(t, \tau)$  не существует.

Докажем, например, что всякая гладкая интегральная кривая С, проходящая через произвольную точку  $Q(t_1, \varphi_1)$  области

$$\varphi \geq \alpha(t), \quad t \leq \tau$$

и, следовательно, при  $t_1 \leq t \leq \tau$  принадлежащая этой области, не проходит через Р.

Фиксируем число  $q', q < q' < 1$ . Интегральная кривая  $\Gamma$ :

$$\begin{aligned} \varphi &= -\varepsilon \cos \vartheta \exp \left( -\frac{q'}{\sqrt{1-q'^2}} \vartheta \right) + \alpha(\tau), \\ \tau - t &= \frac{\varepsilon^2}{4} \left( q' \sin \vartheta + \sqrt{1-q'^2} \cos \vartheta \right)^2 \exp \left( -\frac{2q'}{\sqrt{1-q'^2}} \vartheta \right), \\ -\operatorname{arctg} \frac{q'}{\sqrt{1-q'^2}} &\leq \vartheta \leq \pi - \operatorname{arctg} \frac{q'}{\sqrt{1-q'^2}}, \end{aligned}$$

уравнения:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{2}{\varphi - \alpha(\tau) + 4q' \sqrt{\tau - t}} \quad (10)$$

принадлежит полуплоскости  $t \leq \tau$  и имеет с прямой  $t = \tau$  две общих точки, одна из которых, S, лежит выше Р, другая — ниже Р.



Следовательно,  $\Gamma'$  пересекается с особой линией  $\gamma_0$  (см. (5)). Пусть  $T$  — первая из точек пересечения  $\Gamma$  с  $\gamma_0$  при движении по  $\Gamma$  от  $S$  и  $\Gamma_0$  — дуга кривой  $\Gamma$ , соединяющая  $S$  с  $T$ . При достаточно малом  $\varepsilon$ :

а) Точка  $Q$  лежит вне области  $D$ , ограниченной дугой  $\Gamma_0$ , отрезком  $SP$  прямой  $t = \tau$  и дугой  $TP$  кривой  $\gamma_0$ ; б) в силу неравенства (8) и непрерывности функции  $\alpha(t)$ , всюду на  $\Gamma_0$  выполняется неравенство:

$$\cotg \frac{\varphi - \alpha(t)}{2} > \frac{2}{\varphi - \alpha(\tau) + 4q' \sqrt{\tau - t}}. \quad (11)$$

Кроме того, так как интегральная кривая  $C$  ни на каком интервале не может совпадать всюду с  $\gamma_0$ , то можно всегда подобрать  $\varepsilon$  так, что точка  $T$  не будет принадлежать  $C$ .

Из а) следует, что если кривая  $C$  проходит через  $P$ , она входит в область  $D$  в некоторой внутренней точке кривой  $\Gamma_0$ ; но этого не может быть, так как в точке входа будет нарушаться неравенство (11).

Далее, легко устанавливаются следующие свойства решений уравнения (4):

4. Если существует интегральная кривая  $\varphi = \varphi_-(t, \tau)$ , то, какова бы была точка  $Q(t', \varphi')$ ,  $t' < \tau$ , лежащая между кривыми  $\varphi = \varphi_-(t, \tau)$  и  $\gamma_0$ , интегральная кривая, проходящая через  $Q$ , при надлежащем способе продолжения ее, также проходит через  $P(\tau, \alpha(\tau))$ . В частности, если кривая  $\varphi = \varphi_-(t, \tau)$  — гладкая, то гладкая интегральная кривая, проходящая через  $Q$ , также проходит через  $P$ .

Таким образом, или для данного  $\tau$  не существует ни одного решения  $\varphi_-(t, \tau)$ , или таких решений существует бесконечно много. Из (4а) следует, что если гладкие решения  $\varphi_-(t, \tau)$  существуют, то левая производная  $D_t \alpha(\tau)$  в точке  $t = \tau$  равна  $+\infty$  или  $-\infty$ .

Произвольная окрестность всякой точки интегральной кривой содержит гладкие дуги этой кривой. Поэтому, если для данного  $\tau$  существует решение  $\varphi_-(t, \tau)$ , то точка  $(\tau, \alpha(\tau))$  является или правым концом гладкой дуги кривой  $\varphi = \varphi_-(t, \tau)$  или предельной для правых концов  $(\tau_n, \alpha(\tau_n))$  гладких дуг этой интегральной кривой. Следовательно, множество значений  $\tau$ , для которых существуют решения  $\varphi_-(t, \tau)$ , принадлежит замыканию множества точек  $\tau$ , в которых  $D_t \alpha(\tau) = \pm \infty$ .

§ 3. Перейдем к рассмотрению некоторых свойств произвольных решений  $w(t) = re^{i\varphi}$  уравнения (3), эквивалентного двум уравнениям:

$$\frac{dr}{dt} = r \frac{1 - r^2}{|\mu(t) - w|^2}, \quad (12)$$

$$-\frac{d\varphi}{dt} = \frac{2r \sin(\varphi - \alpha(t))}{|\mu(t) - w|^2}. \quad (13)$$

5. Если  $|w_0| < 1$ , то  $|w(t, w_0, \tau)|$  возрастает (при возрастании  $t$ ). Если  $|w_0| = 1$ , то при  $t > \tau$   $|w(t, w_0, \tau)| = 1$ . Если же  $|w_0| = 1$  и  $w_0 \neq \mu(\tau)$ , то  $|w(t, w_0, \tau)| = 1$  и при достаточно близких к  $\tau$  значениях  $t < \tau$ .

6. Если  $w(t)$ —решение уравнения (3), то и  $w^*(t) = \frac{1}{w(t)}$  также

решение. Поэтому достаточно изучить решения, по модулю не превышающие единицы. Далее рассматриваются только такие решения.

7. Пусть  $w(t)$ —решение, модуль которого стремится к единице при  $t \rightarrow \tau - 0$ , оставаясь меньше единицы при  $t < \tau$ . Тогда

$$\lim_{t \rightarrow \tau - 0} w(t) = \mu(t). \quad (14)$$

*Доказательство.* Пусть при  $\tau - \delta < t < \tau$ ,  $\delta > 0$ ,

$$|\alpha(t) - \alpha(\tau)| < \varepsilon, \quad \varepsilon < \frac{\pi}{2}. \quad (15)$$

Фиксируем некоторое  $t' \in (\tau - \delta, \tau)$ , и построим в плоскости  $(t, \varphi)$  прямоугольник.

$$H_0: \tau - \delta < t < \tau, \quad |\varphi - \alpha(\tau)| < \pi + \varepsilon.$$

Выбирая соответствующим образом ветвь функции  $\varphi(t)$ , можно считать, что точка  $Q(t', \varphi(t'))$  принадлежит  $H_0$ . Кривая  $\varphi = \varphi(t)$  при  $t' < t < \tau$  не выходит из  $H_0$ , так как в силу (15) на верхней стороне  $\varphi = \alpha(t) + \pi + \varepsilon$  прямоугольника  $H_0$  правая часть уравнения (13) отрицательна, а на нижней—положительна. Далее, если

$$\overline{\lim}_{t \rightarrow \tau - 0} \varphi(t) - \underline{\lim}_{t \rightarrow \tau - 0} \varphi(t) = p > 0,$$

то  $\varphi(t)$  имеет вблизи  $\tau$  бесконечно много экстремумов; в силу (13) при этих значениях  $t$   $\varphi(t) = \alpha(t)$ , \*) откуда следует, что колебание слева в точке  $t = \tau$  функции  $\alpha(t)$  не меньше  $p$ , что противоречит

\*) Случаи  $\varphi(t) = \alpha(t) \pm \pi$  не могут иметь места. Если, например,  $\varphi(t'') = \alpha(t'') + \pi$ ,  $t'' \in (\tau - \delta, \tau)$ , то из (15) и (13) следует, что при  $t'' < t < \tau$  кривая  $\varphi = \varphi(t)$  принадлежит полосе:

$$\pi - \varepsilon < \varphi - \alpha(\tau) < \pi + \varepsilon \quad (*)$$

Затем также, как в тексте, доказывается, что  $\lim_{t \rightarrow \tau - 0} \varphi(t)$  существует и равен  $\alpha(\tau)$ , что противоречит неравенствам (\*).

предположению о непрерывности  $\alpha(t)$ . Итак,  $\lim_{t \rightarrow \tau-0} \varphi(t) = \varphi_0$  существует, следовательно, существует и  $\lim_{t \rightarrow \tau-0} w(t) = w_0 = e^{i\varphi_0}$ . Наконец,

$w_0 = \mu(\tau)$ , так как в противном случае решение уравнения (3), принимающее при  $t = \tau$  значение  $w_0 \neq \mu(\tau)$ , (определяемое вблизи  $t = \tau$  единственным образом), при близких к  $\tau$  значениях  $t < \tau$  равнялось бы по модулю единице и повтому не могло бы совпадать с  $w(t)$ .

Всякое решение  $w(t)$ , стремящееся к  $\mu(\tau)$  при  $t \rightarrow \tau - 0$ , для которого  $|w(t)| < 1$  при  $t < \tau$ , будем обозначать  $v(t, \tau)$ . Решение, для которого  $\lim_{t \rightarrow \tau-0} w(t) = \mu(\tau)$  и  $|w(t)| \leq 1$  при  $t < \tau$ , будем обозначать

$w_-(t, \tau)$ . (Таким образом, всякое решение  $v(t, \tau)$  есть  $w_-(t, \tau)$ ).

Каждое решение  $w_-(t, \tau)$  может быть продолжено (не единственным образом) на интервал  $\tau < t < \infty$ . Решение  $v(t, \tau)$  может быть продолжено и на интервал  $-\infty < t < \tau$ .

8. Каков-бы ни был сегмент  $(a, b)$ , для всякого решения  $w(t) = re^{i\varphi}$  уравнения (3), определенного на этом сегменте.

$$\bigvee_a^b(\varphi) \leq \bigvee_a^b(\alpha) + \pi. \quad (16)$$

Рассмотрим сначала частный случай, когда кривая

$$C : \varphi = \varphi(t), \quad a \leq t \leq b, \quad (17)$$

пересекается лишь с одной из кривых  $\gamma_s$  (см. (5)), пусть с  $\gamma_0$ , и  $\varphi(a) = \alpha(a)$ ,  $\varphi(b) = \alpha(b)$ . Пусть дано произвольное разбиение интервала  $(a, b)$  на частичные интервалы  $(a_k, a_{k+1})$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ,  $a_0 = a$ ,  $a_k \neq b$ . Построим другое разбиение на интервалы  $(b_s, b_{s+1})$ ,  $s = 0, 1, \dots, m-1$ ,  $b_0 = a$ ,  $b_m = b$ , следующим образом: все точки  $a_k$  входят в множество точек  $b_s$ ; если  $\varphi(a_k) = \alpha(a_k)$ ,  $\varphi(a_{k+1}) = \alpha(a_{k+1})$ , то между  $a_k$  и  $a_{k+1}$  не вставляется новых точек деления; если  $\varphi(a_k) \neq \alpha(a_k)$ , то в число точек деления включаются ближайшие к  $a_k$  слева и справа точки, в которых  $\varphi(t) = \alpha(t)$ . Очевидно,

$$\sum_{k=0}^{n-1} \left| \varphi(a_{k+1}) - \varphi(a_k) \right| \leq \sum_{s=0}^{m-1} \left| \varphi(b_{s+1}) - \varphi(b_s) \right|. \quad (18)$$

Далее, рассматриваем третий способ разбиения на частичные интервалы  $(c_p, c_{p+1})$ ,  $p = 0, 1, \dots, q$ ,  $c_0 = a$ ,  $c_q = b$ , полученный из второго выбрасыванием тех точек  $b_s$ , в которых  $\varphi(b_s) \neq \alpha(b_s)$ . Если

$\varphi(b_i) \neq \alpha(b_i)$ , то на интервале  $(b_{i-1}, b_{i+1})$   $\varphi(t) - \alpha(t)$  сохраняет знак, и по (13)  $\varphi(t)$  изменяется монотонно. Поэтому

$$|\varphi(b_i) - \varphi(b_{i-1})| + |\varphi(b_{i+1}) - \varphi(b_i)| = |\varphi(b_{i+1}) - \varphi(b_{i-1})|,$$

и следовательно,

$$\begin{aligned} \sum_{s=0}^{m-1} |\varphi(b_{s+1}) - \varphi(b_s)| &= \sum_{p=0}^{n-1} |\varphi(c_{p+1}) - \varphi(c_p)| = \\ &= \sum_{p=0}^{n-1} |\alpha(c_{p+1}) - \alpha(c_p)| \leq \bigvee_a^b(\alpha). \end{aligned} \quad (19)$$

В силу произвольности выбора точек  $a_k$  из (18) и (19) следует, что

$$\bigvee_a^b(\varphi) \leq \bigvee_a^b(\alpha). \quad (20)$$

Перейдем к общему случаю. Интервал  $(a, b)$  можно разбить на конечное число интервалов двух типов: 1. Интервалы типа  $\Delta'$ , на которых кривая  $C$  пересекается лишь с одной из кривых  $\gamma_s$  и на концах которых  $\varphi(t) = \alpha(t) + s\pi$ ; 2. Интервалы  $\Delta''$ , на которых  $C$  принадлежит лишь одной из полос

$$H_m: \alpha(t) + m\pi \leq \varphi(t) \leq \alpha(t) + (m+1)\pi, \quad (21)$$

причем на одном конце такого интервала  $\varphi(t) = \alpha(t) + m\pi$ , на другом  $\varphi(t) = \alpha(t) + (m+1)\pi$  (исключение могут представлять крайние интервалы). Интервалы  $\Delta''$ , в свою очередь, разобьем на 2 класса:  $\Delta''_1$  — интервалы, на левом конце которых  $\varphi(t) = \alpha(t) + (2p+1)\pi$ , и  $\Delta''_2$  — интервалы, на левом конце которых  $\varphi(t) = \alpha(t) + 2p\pi$ . Если  $\varphi(a) \neq \alpha(a) + k\pi$  ( $\varphi(b) \neq \alpha(b) + k\pi$ ), то интервал  $(a, a')$  ( $(b', b)$ ), где  $a'$  ( $b'$ ) — ближайшая к  $a$  ( $b$ ) из абсцисс точек пересечения  $C$  с кривыми  $\gamma_s$ , относится к классу  $\Delta''_1$ , если  $\varphi(a') = \alpha(a') + 2p\pi$  ( $\varphi(b') = \alpha(b') + (2p+1)\pi$ ), и к классу  $\Delta''_2$ , если

$$\varphi(a') = \alpha(a') + (2p+1)\pi \quad (\varphi(b') = \alpha(b') + 2p\pi).$$

Между каждыми двумя интервалами класса  $\Delta''_1$  находится по крайней мере один интервал  $\Delta''_2$ , и наоборот. Поэтому число  $p_2$  интервалов класса  $\Delta''_2$  может отличаться от числа  $p_1$  интервалов класса  $\Delta''_1$ , не больше чем на единицу:

$$p_1 - 1 \leq p_2 \leq p_1 + 1. \quad (22)$$

В силу (13) на интервалах  $\Delta''$   $\varphi(t)$  изменяется монотонно. Отсюда следует, что на интервалах  $(c, d)$  класса  $\Delta''_1$

$$\bigvee_c^d(\varphi) \leq \bigvee_c^d(\alpha) - \pi. \quad (23)$$

между тем как на интервалах класса  $\Delta''$ ,

$$\bigvee_c^d(\varphi) \leq \bigvee_c^d(\alpha) + \pi. \quad (24)$$

Наконец, по доказанному выше (см. 21) на интервалах типа  $\Delta'$

$$\bigvee_c^d(\varphi) \leq \bigvee_c^d(\alpha). \quad (25)$$

Из этих неравенств и (22) следует, что

$$\bigvee_a^b(\varphi) \leq \bigvee_a^b(\alpha) + \pi. \quad (16)$$

9. Из (12) и (16) следует, что интегральные кривые  $w = w(t)$ ,  $|w| \leq 1$ , уравнения (3) спрямляемы и длины их равномерно ограничены (на фиксированном интервале):

$$\int_a^b |dw(t)| \leq \int_a^b |d\varphi(t)| + \int_a^b dr(t) \leq \bigvee_a^b(\alpha) + \pi + 1. \quad (26)$$

10. Если последовательность решений  $\{w_n(t)\}$  сходится на  $(a, b)$  и если мера множества  $M_n$  значений  $t \in [a, b]$ , в которых  $w_n(t) = \mu(t)$ , стремится к нулю при  $n \rightarrow \infty$ , то предельная функция:

$$w(t) = \lim w_n(t)$$

также является решением уравнения (3).

*Доказательство.* Множество  $N$  значений  $t \in (a, b)$ , в которых  $w(t) \neq \mu(t)$ , открыто, так как если для данного  $t_0 \in (a, b)$   $w(t_0) \neq \mu(t_0)$ , то существует интервал, содержащий  $t_0$ , на котором решение  $w(t, w_0, t_0)$  не принимает значения  $\mu(t)$ , и на этом интервале  $w(t) \equiv w(t, w_0, t_0)$ .

Следовательно, множество  $M$  значений  $t \in [a, b]$ , на котором  $w(t) = \mu(t)$ , замкнуто. Докажем, что  $\text{mes } M = 0$ . Предполагая противное,  $\text{mes } M = s > 0$ , выделим из  $M$  по теореме Егорова множество  $M'$ ,  $\text{mes } M' > \frac{2s}{3}$ , на котором  $\{w_n(t)\}$  сходится равномерно.

Для данного  $\varepsilon > 0$ , при достаточно больших значениях  $n$   $\text{mes}(M' - M_n) > \frac{s}{2}$  и

$$|w_n(t) - \mu(t)| < \varepsilon \quad \text{на } M' - M_n,$$

откуда:

$$\int_c^b |dw_n(t)| \geq \int_{M'-M_n} |dw_n(t)| = \int_{M'-M_n} \left| w_n(t) \frac{\mu(t) + w_n(t)}{\mu(t) - w_n(t)} \right| dt > \frac{(1-\varepsilon)(2-\varepsilon)}{2\varepsilon} s.$$

При достаточно малом  $\varepsilon$  это неравенство находится в противоречии с (26).

Функция  $w(t)$  непрерывна на  $(a, b)$  и удовлетворяет на интервалах, составляющих  $N$ , уравнению (3). Итак,  $w(t)$  является на  $(a, b)$  решением уравнения (3).

Если  $M$  не пусто и  $a' \geq a$  — ближайшая к  $a$  из точек  $M$ , то на  $(a', b)$   $|w(t)| = 1$  (см. п. 5).

11. Каково бы ни было  $\tau$ , существует по крайней мере одно решение  $w_-(t, \tau)$ .

Действительно, пусть  $w_0^{(n)}$  — произвольная последовательность точек круга  $|w| < 1$ , сходящаяся к  $\mu(\tau)$ ; выделим из последовательности решений  $w(t, w_0^{(n)} \tau)$ , применяя (дважды, к  $\arg w$  и  $|w|$ ) теорему Хелли\*), подпоследовательность, сходящуюся на сегменте  $[\tau - 1, \tau]$ . Предельная функция ее является решением  $w_-(t, \tau)$ .

Всякое значение  $\tau$ , для которого существует более одного решения  $w_-(t, \tau)$  назовем особым.

Множество значений, принимаемых при данном  $t$  всеми решениями  $w_-(t, x)$ ,  $t \leq x \leq \tau$  ( $w_-(t, t) = \mu(t)$ ), обозначим через  $D_w(t, \tau)$ . Можно показать, что  $D_w(t, \tau)$  континуум.

12. Какова бы ни была точка  $\omega_0$ ,  $|\omega_0| = 1$ , существует по крайней мере одно решение  $\omega(t)$ ,  $\lim_{t \rightarrow \tau-0} \omega(t) = \omega_0$ , являющееся предельным

для некоторой последовательности решений  $w(t, w_0^{(n)} \tau)$ ,  $|w_0^{(n)}| < 1$ ,  $w_0^{(n)} \rightarrow \omega_0$ . Такие решения обозначим  $\omega(t, \omega_0, \tau)$ . Множество значений, принимаемых при фиксированных  $t, \tau$  всеми решениями  $\omega(t, w_0, \tau)$ , обозначим  $\Gamma_w(t, \tau)$ . Можно показать, что  $\Gamma_w(t, \tau)$  — континуум.

§ 4. Из всего предыдущего непосредственно следует теорема:

Функция  $w(t, w_0, \tau)$  при любых  $t, \tau$ ,  $t \leq \tau$ , взаимно-однозначно и конформно отображает  $|w_0| < 1$  на однолиственную, односвязную, содержащую  $w = 0$  и принадлежащую кругу  $|w| < 1$  область  $B_w(t, \tau)$  \*\*). Эта область получается из  $|w| < 1$  вычитанием континуума  $D_w(t, \tau)$ :  $B_w(t, \tau) = Q_w - D_w(t, \tau)$ . Границей  $B_w(t, \tau)$  является континуум  $\Gamma_w(t, \tau)$ . Граничной точке  $\omega_0$ ,  $|\omega_0| = 1$ , соответствует при отображе-

\*) 4). стр. 184. \*\*) 1.

нии  $w = w(t, w_0, \tau)$  простой конец, \*\*) образованный значениями всех решений  $\omega(t, \omega_0, \tau)$  \*\*\*).

§ 5. Остановимся далее на двух простейших случаях.

1. Полусегмент  $(t_0, \tau_0]$  не содержит особых точек.

Для  $\tau \in (t_0, \tau_0]$ ,  $|w_-(t, \tau)|$  не может равняться единице при  $t < \tau$ , так как в противном случае для этого значения  $\tau$  существовало бы бесконечно много решений  $w_-(t, \tau)$ . (См. § 2, п. 4). Следовательно,  $w_-(t, \tau)$  есть  $v(t, \tau)$ . Область  $B_w(t_0, \tau_0)$ , на которую круг  $|w_0| < 1$  отображается функцией  $w = w(t_0, w_0, \tau_0)$ , получается из круга  $|w| < 1$  выбрасыванием множества

$$\Gamma_w(t_0, \tau_0): w = v(t_0, \tau), t_0 \leq \tau \leq \tau_0. \quad (27)$$

Используя теорему 10 и предположение о единственности  $w_-(t, \tau')$  при  $\tau' \in (t_0, \tau_0]$ , легко доказать, что

$$\lim_{\tau \rightarrow \tau'} v(t_0, \tau) = v(t_0, \tau') \text{ при } \tau' \in [t_0, \tau_0].$$

Далее,  $v(t_0, t_0) = \mu(t_0)$ , но при  $\tau > t_0$   $|v(t_0, \tau)| < 1$ ; и если  $\tau' \neq \tau''$ , то  $v(t, \tau') \neq v(t, \tau'')$ . Таким образом,  $\Gamma_w(t_0, \tau_0)$  является простой кривой Жордана, начинающейся в точке  $w = \mu(t_0)$  и (при  $\tau > t_0$ ) принадлежащей  $|w| < 1$ .  $B_w(t_0, \tau_0)$  получается из  $|w| < 1$  проведением разреза по простой дуге Жордана  $\Gamma_w(t_0, \tau_0)$ .

Пусть  $w_k^{(n)}$  последовательность точек круга  $|w_0| < 1$ , сходящаяся к

$$\omega_k(\tau_0, \tau) = e^{i\varphi_k(\tau_0, \tau)} (\kappa = 1 \text{ или } 2). \quad (28)$$

Последовательность решений  $w(t, w_k^{(n)}, \tau_0)$  сходится на  $[\tau, \tau_0]$  к  $\omega_k(t, \tau)$  и на  $[t_0, \tau]$  к  $v(t_0, \tau)$ . В частности,  $w(t_0, w_k^{(n)}, \tau_0) \rightarrow v(t_0, \tau)$ . Следовательно, двумя граничными точками, соответствующими точке  $w = v(t_0, \tau)$  при отображении  $B_w(t_0, \tau_0)$  на  $|w_0| < 1$ , являются  $\omega_1(\tau_0, \tau)$  и  $\omega_2(\tau_0, \tau)$ .

2. Полусегмент  $(t_0, \tau_0]$  содержит одну особую точку  $t = \tau_0$ ,  $B_w(t_0, \tau_0)$  получается из  $|w| < 1$  выбрасыванием точек кривой<sup>†</sup>

$$\gamma_w(t_0, \tau_0): w = v(t_0, \tau), t_0 \leq \tau < \tau_0,$$

и множества  $W_-(t_0, \tau_0)$  значений, принимаемых при  $t = t_0$  решениями  $w_-(t, \tau_0)$ . Множество  $a_-(t_0, \tau_0)$  точек, предельных для  $v(t_0, \tau)$  при  $\tau \rightarrow \tau_0 - 0$ , принадлежит  $W_-(t_0, \tau_0)$ . Можно показать, что  $\gamma_w(t_0, \tau_0) \subset \Gamma_w(t_0, \tau_0)$  (границе области  $B_w(t_0, \tau_0)$ ). Следовательно, и  $a_-(t_0, \tau_0) \subset \Gamma_w(t_0, \tau_0)$ . С другой стороны, всякая точка  $\Gamma_w(t_0, \tau_0)$ , принадлежащая  $|w| < 1$ , принадлежит  $\gamma_w(t_0, \tau_0) + a_-(t_0, \tau_0)$ . Точке

\*) 3), стр. 97.

\*\*) Не выяснено, может ли этот простой конец в рассматриваемом случае, когда  $\alpha(t)$  не только непрерывна, но и ограниченной вариации, содержать более одной точки.

$w_0 = \mu(\tau_0)$  при отображении  $w = w(t_0, w_0, \tau_0)$  соответствует простой конец, образованный всеми точками  $w$  множества  $a_-(t_0, \tau_0)$ .

В частности, если  $a_-(t_0, \tau_0)$  состоит из одной точки  $a$ , кривая Жордана  $\gamma_w(t_0, \tau_0) + a$  необходимо разделяет  $|w| < 1$  на две области,  $B_w(t_0, \tau_0)$  и  $B_w^{(1)}(t_0, \tau_0)$  (так как в противном случае существовало бы только одно решение  $w_-(t, \tau_0) \equiv w(t, a, \tau_0)$ ). Следовательно, или  $|a| = 1$  или  $a = v(t_0, \tau_0')$ ,  $t_0 < \tau_0' < \tau_0$ . Множество  $W_-(t_0, \tau_0)$  тождественно с  $B_w^{(1)}(t_0, \tau_0)^*$ .

§ 6. Рассмотрим в частности случай, когда  $\alpha(t)$  имеет при  $a \leq t \leq b$  ограниченную производную;

$$|\alpha'(t)| \leq K. \quad (29)$$

Выполняя в (3) замену:

$$y = - \left( \frac{\mu(t) - w}{\mu(t) + w} \right)^2, \quad (30)$$

получим уравнение

$$\frac{dy}{dt} = (1 + y)(1 + \sqrt{y} \alpha'(t)). \quad (31)$$

Построим на сегменте  $[a, \tau]$ ,  $a < \tau \leq b$ , последовательность функций;

$$y_n = \int_{\tau}^t (1 + y_{n-1}) (1 + \sqrt{y_{n-1}} \alpha'(x)) dx, \quad (32)$$

$$y_1 = t - \tau,$$

где для  $\sqrt{y_{n-1}}(x, \tau)$  берется значение с неотрицательной вблизи  $t = \tau$  мнимой частью.

Последовательно для  $y_1, y_2, \dots, y_n$  доказывается, что существует сегмент  $[\tau - h, \tau]$ ,  $h = h(K) > 0$ , на пересечении которого с  $[a, b]$  функции  $y_n(t, \tau)$  удовлетворяют неравенствам:

$$|y_n| \leq A(\tau - t),$$

$$\operatorname{Im} \sqrt{y_n} \geq \frac{1}{2} \sqrt{\tau - t}, \quad (33)$$

\*) Пользуясь формулой:

$$w(t_0, w(t, w_0, \tau_0), t) \equiv w(t_0, w_0, \tau_0),$$

можно на основании предыдущих выводов выяснить вид области  $B_w(t_0, \tau_0)$  также в случае, когда  $(t_0, \tau_0]$  содержит конечное число особых значений  $t$ .



$$|y_n - y_{n-1}| \leq \frac{|B(\tau-t)|}{(n+1)!} \frac{n+1}{2}$$

(A, B — постоянные, зависящие только от K).

Пользуясь этими неравенствами, обычным образом доказываем что:

а) Последовательность  $y_n(t, \tau)$  равномерно на  $[\tau-h, \tau] \cdot [a, b]$  сходится к решению  $y(t, \tau)$  уравнения (32), б)  $y(t, \tau)$  и  $\bar{y}(t, \tau)$  — единственные решения уравнения (32), стремящиеся к нулю при  $t \rightarrow \tau-0$ ;

в) производная  $\frac{\partial y}{\partial \tau}$  при  $t < \tau$  существует и равна:

$$\frac{\partial y}{\partial \tau} = -\exp \int_{\tau}^t \left( 1 + \frac{1+3y}{2\sqrt{y}} \alpha'(x) \right) dx. \quad *) \quad (34)$$

Возвращаясь к уравнению (3) (и привлекая еще известные теоремы о продолжении решений дифференциальных уравнений) приходим к выводу:

Пусть  $\alpha(t)$  имеет на  $[a, b]$  ограниченную производную. Тогда а при любом  $\tau \in (a, b]$  существует лишь одно решение  $w_-(t, \tau) \equiv v(t, \tau)$ ;  $v(t, \tau)$  непрерывна в области

$$\bar{\Delta}: a \leq \tau \leq b, \quad a \leq t \leq \tau, \quad (35)$$

и имеет при  $t \neq \tau$  производные по  $t$  и  $\tau$ ;  $\frac{\partial v}{\partial \tau}$  равна:

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial \tau} = & -v(t, \tau) \frac{\mu(t) + v(t, \tau)}{\mu(t) - v(t, \tau)} \exp \left\{ \frac{1}{2} \int_{\tau}^t \left[ \frac{\mu(x) + v(x, \tau)}{\mu(x) - v(x, \tau)} - \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{\mu(x) - v(x, \tau)}{\mu(x) + v(x, \tau)} \right] \alpha'(x) dx \right\}; \end{aligned} \quad (36)$$

\*) 2) стр. 280.

функции:

$$\begin{aligned} v_\tau(t, \tau) &= \sqrt{\tau - t} \frac{\partial v}{\partial \tau}, \quad v_\tau(\tau, \tau) = -\mu(\tau), \\ v_t(t, \tau) &= \sqrt{\tau - t} \frac{\partial v}{\partial t}, \quad v_t(\tau, \tau) = \mu(\tau), \end{aligned} \quad (37)$$

непрерывны в  $\bar{\Delta}$  и не принимают в  $\bar{\Delta}$  значения нуля.

Аналогично доказываются соответствующие свойства и формулы для  $\omega_1(t, \tau)$ ,  $\omega_2(t, \tau)$ .

Следовательно, если  $\alpha(t)$  имеет на  $[a, b]$  ограниченную производную, то при любых  $t_0, \tau_0$ ,  $a \leq t_0 \leq \tau_0 \leq b$ , область  $B_w(t_0, \tau_0)$  получается из  $|w| < 1$  проведением разреза по гладкой кривой

$$\Gamma_w(t_0, \tau_0) : w = v(t_0, \tau), \quad t_0 \leq \tau \leq \tau_0 \quad (38)$$

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1) Г о л у з я н — Успехи математических наук, том VI, (1956).
- 2) С т е п а н о в — Курс дифференциальных уравнений, (1959).
- 3) М о н т е л ь — Нормальные семейства аналитических функций\*, (1936).
- 4) Н а т а н с о н — Основы теории функций вещественной переменной\*, (1941).

## К ИСТОРИИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ВРЕ- МЕНИ НИЖНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ \*)

*Доцент Н. А. НАГИНСКИЙ*

*Кандидат геолого-минералогических наук*

1. В трактовке многих основных вопросов четвертичной исто-  
рии низменности еще нет ясности.

Здесь мы делаем попытку при помощи геоморфологического ана-  
лиза отложений и террас дать обзор событий главным образом цент-  
ральной части низменности в свете самостоятельности двух нижне-  
четвертичных оледенений: Сибирского (С и б) и Уральского (Ур).

Изучая, описанный в 942 г. (16) разрез до р. Чижанке (приток р. Ва-  
сюгана), мы установили в надмиоценовой толще два комплекса флювио-гля-  
циальных отложений, соответствующих двум самостоятельным ледниковым пото-  
кам: Сибирскому (Таймырскому), надвигавшемуся с востока, и Уральскому—с  
запада. Сопоставляя этот разрез с другими по Нарыму и с данными о распро-  
странении типичных для каждого потока пород, мы пришли к выводу, что Си-  
бирское оледенение было более ранним, и что во время Уральского оледенения  
флювио-гляциальные потоки направлялись с запада на восток, погребая под  
своими отложениями отложения Сибирские (Таймырские).

Уральский ледниковый покров Зап.-Сиб. низменности обычно  
сопоставляют с рисским Русской равнины, с которым он связан  
общностью границы. В таком случае Сибирское оледенение, как  
более древнее, можно было бы считать миндельским, не делая,  
однако, из этих сопоставлений обязательным вывод о синхрон-  
ности С и б и Ур оледенений с теми оледенениями отдельных  
местностей или даже сибирских южных горных систем, которые  
обычно датируются как рисские или миндельские (Об иных воз-  
можных сопоставлениях оледенений низменности см. В. А. Обру-  
чев, 20, 6, 1224 и др.).

### 2. Сибирское оледенение

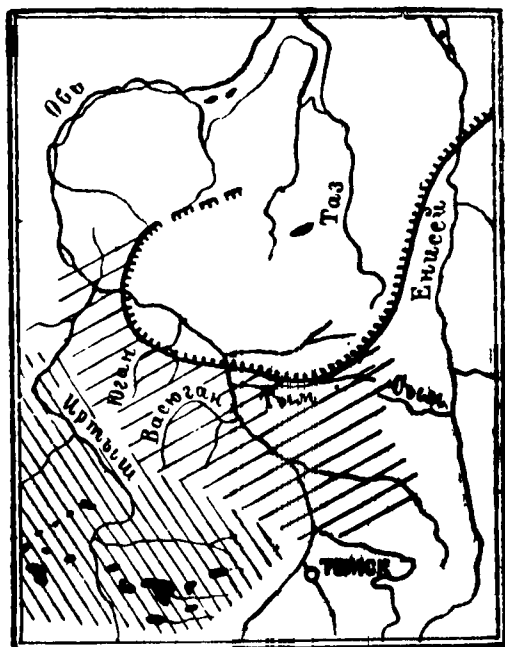
На фиг. 1 уточнены границы Сиб. покрова. На западе границу проводим  
восточнее р. Назыма, где В. А. Деметтьев (9, 6, 472) установил широкую  
полосу размыва С и б (трапповых) отложений. Севернее граница показана пред-  
положительно восточнее верховьев р. Казым и р. Надым, в долинах которых

\*) В настоящем издании печатается с небольшими сокращениями Доцент. Н. Н.

А. Н. Ивановский обнаружил только уральские валуны (11, 198) На юго-западе граница проходит в верховьях р. Салым (А. Г. Бер, 1, 83). Южная часть границы проходит по р. Югану (В. И. Громова, 8), р. Ваху (В. А. Дементьев, 9, а), р. Тыму (А. Е. Ходьков, 28).

На востоке границу проводим несколько западнее Енисея, [Приблизленно определяя расстояние из описания П. А. Пирожниковым (22, 82) мест распространения ледниковых валунов на водоразделе Таз—Енисей] с пересечением его севернее впадения р. Н. Тунгуски, руководствуясь следующим.

По р. Енисею, от района г. Красноярск до впадения р. Н. Тунгуски и по Н. Тунгуске, имеются комплексы доюрмских террас, хорошо выдержанные по типу (эрозионные или аккумулятивные) и ритму (равновысотные). Из этого



Фиг. 1

Западно-Сибирская низменность времени  
Сибирского оледенения

1. Граница Сибирского (Таз-Таймырского) ледникового покрова; 2. I зона—стока флювио-гляциальных вод, 3. II зона—подпора и перестроек речных потоков

следует, что на всем этом протяжении не прекращалась деятельность системы р. Енисей, а смены ритма и характера деятельности, запечатленные в террасах, не сопровождалась разрушением системы, что безусловно последовало бы при прорыве ледников южнее проводимой границы. Пользуясь описаниями Н. Н. Урванцева (27, 7) рельефа Норильского района (особенно долины р. Микчанды и др.), можно считать, что именно здесь Енисей поворачивал в сторону

Хатангского залива. Таймырская впадина (между устьями Енисея и Хатанги) была в это время занята ледником, отложения которого (морена максимального оледенения) недавно вскрыты скважиной к востоку от Дудинки на 40—60 м ниже уровня моря (В. Н. Сакс, 25, 262).

Своеобразие площади Сиб покрова и особенности распространенная моренного материала, заставляя обратиться к высказанному рядом ученых предположению о возможном третьем, самостоятельном центре оледенения—Тазовском (20, в, 93). При этом его роль в едином Сибирском (Таз-Таймырском) ледниковом покрове, допускаем, могла заключаться, главным образом, в поставке основных масс льда, разнесших по огромной площади низменности морены, сливавшейся с ним на востоке, менее мощной льдом, но богатой каменным материалом Таймырской ветви.

Отсюда ясна условность границы Сибледникового покрова на северо-западе, показанная так ввиду отсутствия здесь трапцовых (Таймырских) валунов.

Сиб ледниковый покров изменил характер топографической поверхности низменности.

Наиболее пониженная полоса у южного края ледника приобретает особое значение. Здесь совместно действуют флювио-гляциальные потоки, двигавшиеся в основной массе с востока на запад (на западе сохранились доледниковые речные системы, все более искажавшиеся под влиянием надвигавшегося ледника) и речные, вливавшиеся с юга. В этом общем потоке смешивались воды и материалы (обломочные и растительные) ими приносимые. По пути движения потока одни отложения сменялись другими, соответственно усилению или ослаблению тех или иных вод. При этом могли возникать локальные скопления более или менее крупного обломочного материала (и раст. остатков) в местах, где вливались с юга мощные реки.

Вероятно, с таким образованием имеем дело по р. Кенге, где, „крайне локализованное“ на протяжении каких-нибудь 20 верст, скопление массы галек и валунов дало повод Дм. Драницыну (10) предполагать здесь размытую конечную морену Уральского ледника, чему, однако, по Я. С. Эдельштейну противоречит состав валунов из пород южных гор (30, а, 43). По отношению к этому же пункту Л. В. Введенский говорит о „трудности объяснить механизм переноса“ (4, 41), подчеркивая локальность скоплений галек и валунов.

На площади стока вод этого времени выделяются зоны различного режима. Главной по эффекту размыва являлась северная (I) зона, где перемещалась большая масса воды.

Южнее располагалась зона (II) где происходили под влиянием режима I зоны значительные перестройки речных потоков при общем подпоре вод.

На западе потоки вод I и II зон сливались и, устремляясь на север, в обход края ледника, вырабатывали широкие ложбины стока, окончательно стирая черты доледниковой гидрографии.

После распада Сиб ледникового покрова выделились в рельефе несколько крупных частей.

На месте I зоны находилось корытообразное понижение, борты которого, возвышавшиеся метров на 50—70 (судя по распространению и высотному положению Сиб отложений), располагались по линии рр. Юган—Вах—Тым на севере и выше современного устья р. Томи—на юге.

Севернее I зоны, на площади прежде покрытой ледником, выделялся Таз-Гыданский „материк“ (так назовем его, учитывая самостоятельность сложившихся здесь речных систем). Его краевые возвышенные полосы явились водоразделами рек, стекавших от него в понижения прежней I зоны и рек, формировавшихся на самом „материке“. Во время Ур оледенения реки „материка“ не подвергались существенным изменениям и именно этой длительностью формирования—от после Сиб времени до нынешнего можно объяснить, подчеркнутый Я. С. Эдельштейном (30, в. 56), факт особого расчленения Гыданского полуострова, который имеет более развитую речную систему, чем другие части Западно-Сибирской низменности.

### 3. Уральское оледенение

На фиг. 2 границы Ур ледникового покрова проведены на востоке—по верховьям рр. Казыма и Надыма (12), по р. Назыму (9 б) и заканчиваются на Оби, у Самарово; на юге—по рр. Конда и Юконда в соответствии с данными С. Г. Боч (2).

При сравнении площадей Сиб и Ур оледенений обнаруживается существенное несоответствие их современной физико-географической обстановке.

Так Ур ледник, двигавшийся с запада — в настоящее время значительно более влажного, чем восток низменности— по массе льда (судя по размерам площади ледникового покрова) намного уступал Сиб леднику. Следовательно во время Сиб оледенения восток низменности получал больше осадков, чем во время Ур оледенения—запад.

Этот факт, свидетель резких физикогеографических различий времени Сиб и Ур оледенений, еще раз подчеркивает самостоятельность этих оледенений. Сибирское оледенение является максимальным оледенением Западно-Сибирской низменности.

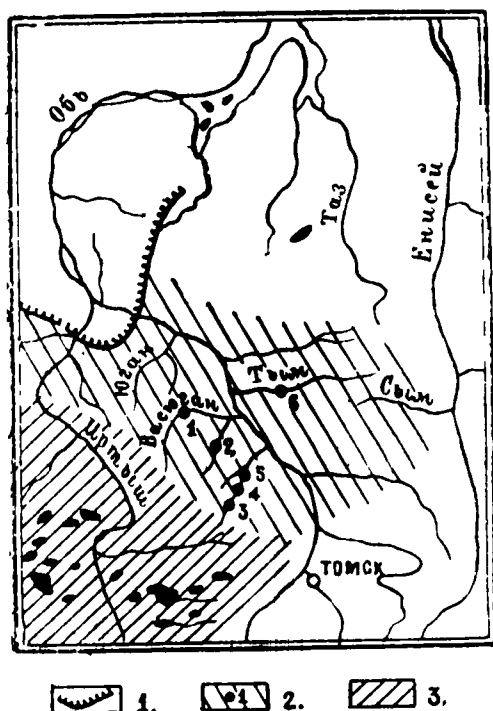
Во время Ур оледенений характер топографической поверхности в пределах I зоны снова резко изменился.

Клинообразно вдавшийся ледник образовал склон с запада на восток, куда и должны были устремиться воды I зоны.

На фиг. 2 показана схема строения потоков.

Перестройка речной сети с подчинением ее новому направлению—на восток—происходила наряду с тем, как наступавший ледник преграждал сток на север.

С усилением деятельности вод начала Ур связаны повсеместные размывы Сиб отложений и отмеченные в ряде мест 1 зо-



Фиг. 2.

Западно-Сибирская низменность времени  
Уральского оледенения.

1. Граница Уральского ледникового покрова, 2 1 зона—главного стока флювио-гляциальных и речных вод;
- 1-6—пункты с гранитными валунами и гальками;
- 3.—зона—подпора и перестройки речных потоков.

ны (Назым, Демьянка и др.), смешения сибирских (траппы) и уральских (граниты и др.) пород.

Здесь мы хотели бы заметить, что проблема стока вод в ледниковое время не только вопрос накопления стока, но и проблема закономерностей перестроек и создания речных систем,—процессов, сопровождавшихся перемещениями грандиозных масс материала.

В этом отношении Западно-Сибирская низменность может дать много, т. к. здесь ведущий фактор перестроек—оледенение—не затемняется другими: резким первичным рельефом, разнообразием пород и т. д. Здесь могли сохраниться более продолжительное время в рельефе зачаточные формы стадий формирования речных систем, к которым относятся: „невыраженные в рельефе террасы“ (С. С. Неуструев, 18), гривы, озерные котловины столь своеобразные в центральной части низменности, долины типа „исполинских каналов“ (И. И. Жилинский), (цит. по Я. С. Эдельштейну, 30, б, 9) и мн. др.

4. Различный режим вод в I и II зонах запечатлен во многом.

В рельефе, напр., II зона отмечена исключительно большим скоплением котловин (А. С. Кесель, 12).

Географическую приуроченность котловин, именно к южным и более удаленным от края ледника областям можно объяснить, по нашему мнению, только исходя из рассмотренных особенностей режима I и II зон. В I зоне в большом количестве озера возникали только в конце Ур времени (об этом говорит распространенность озерных отложений в верхней части Ур толщи), как результат распада потока фл.-гл. вод. Но это был краткий эпизод. Озера должны были быстро исчезнуть, т. к. вскоре выработался новый сток на запад, а также и потому, что подстилающие озера песчаные отложения (отложения потоков Сиб и Ур времени) не благоприятствовали сохранению озер.

В южной (II) зоне образованию и сохранению котловин (озер) благоприятствовали и режим воды отлагавшиеся здесь, свойственные такому режиму, преимущественно глинистые осадки.

Если же для объяснения отмеченной географической приуроченности исходить из неверного допущения о наличии в периоды оледенения у края ледника (II зона) подпорного бассейна (12, 108—109), то невидна выхода из двух тупиков: 1) непонятно почему озера не сохранились в большем количестве именно в северной приледниковой зоне, где их должно было быть, по условиям подпорного бассейна, больше, а сток начал вырабатываться позднее, чем в южных областях; 2) совершенно не соответствует такому расположению бассейнов распространение отложений, т. к. именно у края ледника (I зона) оказывается распространены отложения потоков (слоистые и диагонально-слоистые пески), а в южных областях (II зона)—отложения подпорных вод (суглинки).

Замечательным оказывается также совмещение I и II зон с зонами соленакопления.

В ряде работ М. И. Кучина (15, библиография) выяснен континентальный тип соленакопления в центральной и южной частях Западно-Сибирской низменности. К его большой сводной ра-



боте (15) приложена (черт. 2) карта подземных вод Обь-Иртышского бассейна, из которой следует, что в нашей I зоне преобладают пресные подземные воды, а во II зоне преобладают минерализованные воды. Исключением является восточная часть II зоны, лежащая на северо-западном продолжении р. Оби от г. Камня, т. е. там, где можно предположить направление Оби Ур времени. Здесь подземные воды пресные.

Мы, считаем это совпадение не случайным, а производным от режима вод.

Там, где в  $Q_1$  был свободный сток поверхностных вод (I зона), соли в осадках не могли накапливаться ни за счет принесенных извне, ни за счет образовавшихся на месте.

Там же, где в  $Q_1$ , сток был затруднен (II зона), принос солей извне превышал вынос и соленакопление шло непрерывно, включая и соли образовавшиеся на месте.

Учет особенностей зон обязателен также при анализе распространения нижнечетвертичных растительных остатков.

П. А. Никитин в работе о четвертичных семенных флорах берегов р. Оби (19), исходя из того, что „...на огромном протяжении от Томска и Тобольска вплоть до г. Сале-Хард история Западной Сибири прошла через три основных этапа: этап сизых суглинков ( $Q_1^1$ ), этап диагональных песков ( $Q_1^2$ ) и сложный этап покровного комплекса ( $Q_2-Q_3$ )“... (19, 2), предлагает список руководящих форм с указанием их встречаемости (19, 29).

Мы сделали пересчет встречаемости для всех приведенных в работе форм с учетом их географической приуроченности. Выяснилось, что в ряде случаев однотипные осадки оказывались по раст. остаткам разновременными и, наоборот, одновременные—разнотипными (о других выводах мы здесь не говорим).

Подобные смещения форм особенно отчетливо обнаруживаются для Иртыша и Оби и именно в сторону перемещения форм в более высокий ярус отложений по Оби (из яруса сиз. суглинков— $Q_1^1$ —по Иртышу в ярус диагональных песков— $Q_1^2$ —по Оби).

Такие смещения отмечены, из данного П. А. Никитиным списка руководящих форм в 34 названия, для 23 форм.

В работе П. А. Никитина этот факт не рассматривается.

Возможно он означает, что во время этапа „сизых суглинков“ (по нашей схеме—Сиб время, см. ниже), когда поток направлялся с востока к Иртышу, указанные формы были больше сосредоточены в западной части низменности (ближе к Иртышу), а ко времени этапа „диагон. песков“ (Ур время), когда поток (в I зоне) направлялся с запада к Оби, эти формы сосредотачивались больше в восточной части низменности (ближе к Оби). Но, если это так, то мы, пользуясь методом такого анализа зон, получаем возмож-

ность судить о характере изменений растительного покрова в  $Q_1$  время. Такие перемещения растительности могли быть производными от климатических различий Сиб и Ур времени.

Таким образом, приведенными данными из разных областей вполне подтверждается реальность и значимость выделенных I и II зон.

5. В рассмотрении данных по отложениям Сиб и Ур времени мы ограничимся только I зоной, учитывая следующее.

а В I зоне в чистом виде сказалось на характере отложений определяющее влияние континентальных оледенений.

б В южной II зоне, особенно в ее восточной большей части, на характере отложений отразились значительные эпейрогенческие опускания, приведшие к накоплению весьма мощных толщ  $N_g$  и  $Q$ , расчленение которых до сих пор не осуществлено и сопряжено со специфическими трудностями (Об этом см. И. П. Герасимов, б, а, б)

в Здесь же — на востоке II зоны — должен был сказаться приток материала с гор с наложением отпечатков режима горных оледенений. Но сопоставление последних с континентальными выходит за рамки задач данной статьи

Для четвертичных отложений низменности, начиная с Н. К. Высоцкого (1896 г., 5), было предложено несколько стратиграфических схем.

В известной схеме В. Н. Сукачева (26 а, б), которая положена в основу ряда последующих работ, выделены по Иртышу три толщи четвертичных отложений: „сизые суглинки“, „диагональные пески“ и „суглино-супеси“. Ниже даем их характеристику по В. Н. Сукачеву с дополнениями и сопоставлениями.

„Сизые суглинки“. Толща сизых суглинков, достигающая мощности до 30 м, оказалась разделенной прослойком в 1,5 м песка с галькой на две части. При этом в песке нет остатков теплолюбивых растений, которые имеются в сиз суглинках, как выше, так и ниже прослойка (26, б, 170). Мы придаем этому факту стратиграфическое значение (что подтверждается другими разрезами), т. к. считаем, что здесь запечатлено значительное и достаточно длительное усиление воздействия ледника с увеличением притока вод, приносящих с востока и северо-востока растительные остатки, тогда как сиз суглинки до и после этого формировались гл. обр. из осадков местных вод с остатками местных флор.

По В. Н. Сукачеву „сизые суглинки“ откладывались в предледниковых водоемах, носивших, вероятно, характер слабо проточных озер“ (26, б, 172). Поверхность сиз. суглинков сильно размыта. „Между временем отложения сиз. суглинков и диагональных песков был большой перерыв“ (26, а, 365).

Наблюдения В. Н. Сукачева в 1932 г. вполне доказали последний вывод и привели к постановке кардинального вопроса о количестве оледенений низменности.

У дер. Нефедовой была обнаружена новая толща (южнее достигающая значительной мощности), залегающая на сиз. суглинках в пониженных местах там, .... где последние, видимо, были размыты" (26, 6, 173). Это горизонтально-слоистые пески и супеси местами облессованные, резко отделяющиеся, в свою очередь, от их покрывающих собственно диагональных песков. Последнее говорит за .... перерывы, в течение которых слои эти высыхали и отложение новых толщ прекратилось. Этот сухой период был видимо не очень кратковременный, т. к. эти слои во всю свою толщу облессованы. Вероятно, связано было это высыхание со значительным уходом к северу ледника. Отвечало ли оно межледниковому времени, или лишь осциляционным движениям ледника, сейчас трудно сказать. Но не исключена, именно, возможность, что образование рассматриваемых слоев одновременно первому оледенению, предшествовавшему самаровскому". (26, 6, 174).

В настоящее время имеющиеся данные позволяют дать более определенный ответ.

Толща подобная Нефедовской встречается в ряде других обнажений, везде занимая одно и тоже вполне определенное положение. По р. Ишиму у г. Петропавловска она (1, 77, слой 5) залегает на суглинках с многочисленными выделениями гипса (слой 4).

Далеко к востоку, по р. Сым, описаны, занимающие такое же стратиграфическое положение, пески со следами каолинизации и облессовывания (13, 663).

В нашей схеме мы относим толщу „сизых суглинков“ ко времени Сиб оледенения, а нефедовскую толщу—ко времени Сиб-Ур межледниковья.

„Диагональные пески“. Наиболее бросающимся в глаза признаком этой толщи белых или желтосерых песков является их диагональная слоистость. В толще встречаются валуны уральских пород до метра и больше в диаметре. Это—.... флювио-гляциальные отложения ледника, который имел южную границу у Самарово... Воды текли тогда от ледника к югу, т. е. в обратном направлении, чем теперь" (26, а, 365).

Мы сопоставляем эту толщу с Ур временем. На фиг. 2 видно, что действительно на западе мог иметь место частичный сток вод от ледника на юг. Закономерное, вследствие этого, ослабление косящей слоистости на юге было установлено В. Н. Сукачевым в 1932 г. (26, 6, 173).

„Слоистые суглино-супеси“—завершают толщу диагональных песков и имеют характер горизонтальных слоев супесей и суглинков (26, в, 362—364). Толща водного происхождения. В ней имеется несколько гумусированных полос, чередующихся с облессован-

ными слоями (26, 6, 176). Т. о., эта толща заканчивается так же, как и Сиб и в верхней части должна быть отнесена к после Ур времени.

С этим основным разрезом по Иртышу сопоставим разрезы других районов этой же части зон.

В работе А. Г. Бер (1) имеем данные для суждения о характере строения четвертичных отложений в южных районах. Их особенностью, мы считаем, являлось накопление отложений (преимущественно тонких) в условиях подпорных вод в Сиб время и большего или меньшего размыва и переотложений в Ур время.

А. Г. Бер дает подробное описание разреза у г. Петропавловска (1, 77), низы которого он отождествляет с „сизыми суглинками“ В. Н. Сукачева. Но А. Г. Бер в этой работе расходится с В. Н. Сукачевым в определении возраста „сиз. суглинков“, считая их неогеновыми ( $Ng^1$ ,  $Ng^2$ ,  $Ng^3$ ). (До этого А. Г. Бер, как он пишет на стр. 84, согласно В. Н. Сукачеву, относил „сиз. суглинки“ к четвертичным). Сохраняя сопоставления А. Г. Бер относим толщу у г. Петропавловска, как и „сиз. суглинки“ к Сиб времени.

В работе В. А. Дементьева по р. Назыму (9, 6) имеем данные по строению ее толщи в северных районах (здесь в Сиб время должен был быть сток на север; в Ур время это район оледенения и частичного стока на восток—юго-восток). В работе С. Г. Боч (2) и частично Б. Ф. Петрова (21) имеем данные для западных и северо-западных районов (Здесь в Сиб время—значительная деятельность со стоком на восток и северо-восток; в Ур время—это районы оледенения).

Для этих и ряда других районов ограничиваемся расстановкой соответствующих горизонтов в предлагаемой стратиграфической схеме.

Перейдем к районам расположенным восточнее.

По р. Чжапке две толщи флювио-гляциальных отложений нами прослежены на протяжении  $58^{\circ}$ — $59^{\circ}$  с. ш. (16).

В описанном П. А. Никитиным (19, 3) обнажении у д. Кривошеино (т. е. к юго-востоку от обнажения по р. Чжапке), мы различаем те же две флювио-гляциальные толщи, что и по р. Чжапке, но с сохранением низов Сиб толщи.

В верхах обнажения вдоль берега р. Оби у д. Кривошеино В. Н. Сукачев (26, в, 166) отметил три гумусированные полосы, верхняя из них торфянистая, по П. А. Никитину (19, 3), замещается по простиранию озерными отложениями. Таким образом и здесь толща заканчивается точно так же, как и верхи Ур толщи по Иртышу (см. выше).

Южнее—на водораздельной равнине междуречья Большая Кеть—Кемь (или Обь—Енисей) под почвой находятся слоистые аллюви-

альные пески, которые Л. А. Рагозин (23, 94) считает зандровыми.

Ближе к Енисею распространены, наряду с флювио-гляциальными отложениями, водораздельные галечники.

М. П. Нагорский (17, 1939, 31) по различиям в составе делит их на миндельские—к югу от г. Енисейска и рисские—к северу от него.

Происхождение галечников не установлено. Они могли отложиться в результате „перехлестывания“ Енисея за пределы долины (отмечается уменьшение мощности галечника к западу—23, стр. 83—84) или в результате приноса материала реками этого времени с юго-запада.

В Ур время на севере (по Югану, Ваху, Тыму) и на юге (по Ишиму) I зоны отмечены значительные размывы Сиб отложений и отсутствие Ур отложений. В это время здесь формировались современные водораздельные плато (для р. Ваха, см. 9, а, 115) и „невывраженные в рельефе“ террасы (общую „невывраженность“ террас р. Ишима отмечает А. Г. Бер, 1, 74). Однако выделение последних из водораздельных плато есть все основания ожидать.

В этой связи можно привести пример с террасами р. Томи у г. Томска, где С. С. Неуструев, как известно, допустил наличие четвертой „невывраженной в рельефе террасы“, а работами К. В. Радугина (24) было доказано наличие среди „невывраженных“ в рельефе не одной, а даже двух террас (VI и VII), с типичными для каждой террасовыми отложениями.

На основании проведенного выше анализа, предлагаем следующую схему нижнечетвертичных отложений средней полосы Западно-Сибирской низменности. Табл. 1.

Наши сопоставления, по данным авторов, приводим в табл. 2, где, следуя авторам, даны с сокращением характеристики слоев, мощности и возрастные определения. Наши дополнения взяты в квадратные скобки.

6. События нижнечетвертичного времени запечатлелись в ряде речных долин образованием террас.

Довюрмские террасы, достаточно точно датированные, установлены только на некоторых реках рассматриваемой части низменности: по Енисею (С. Л. Кушев, К. В. Радугин, М. П. Нагорский и др.), по Томи (К. В. Радугин, Е. В. Шумилова), по Тоболу (Г. Е. Быков).

Среди довюрмских террас р. Енисея можно выделить два комплекса:

А. Верхний комплекс—эрозионные террасы (аллювиально-делювиальный покров менее 10 м) на высотах 200 м—160 (180) м—130 м.

Б. Нижний комплекс—аккумулятивно-эрозионные террасы (аллювиальный покров до 30 м) на высотах 100 м—70 м.

Как видно из этих данных террасы сходны по ритму террасообразования (равноступенчатые), но различны по типу террасообразования (эрозионные или аккумулятивные).

Из этого, между прочим, следует, что если даже вполне обосновано считать образование столь высоко-расположенных террас результатом тектонических процессов восточной части низменности, то этими здесь довольно однообразными по ритму поднятиями нельзя объяснить переломного резкого различия двух комплексов террас (смена эрозионных на аккумулятивные). Такие различия комплексов были вызваны иными факторами, именно—континентальными оледенениями.

О возрасте надвюрмских террас высказано несколько мнений. С. Л. Кушев считает 95—105 метровую террасу постплиоценовой (14, 48), М. П. Нагорский в одной из своих статей считал 100 м террасу рисской, а террасы выше ее миндельскими.

Мы сопоставляем верхний комплекс с временем и событиями Сиб оледенения, а нижний—с Ур считая, что резкое изменение режима речной системы Енисея начала Ур времени было вызвано появлением необычайного большого притока вод с запада, и это, наряду с частичным подпором вод, привело к усилению аккумулятивной деятельности и формированию аллювиального покрова 100 м террасы, врез которой, надо полагать, относится к Сиб-Ур межледниковью.

По р. Томи К. В. Радугин установил наличие 7 террас (24).

Уже один этот факт многотеррасности р. Томи, как притока р. Оби, сам по себе является выходящим за пределы обычной нормы, т. к. р. Обь ниже и выше устья р. Томи имеет только 3(4) террасы. А т. к. к этому же, работами Е. В. Шумиловой (29) по средней Томи установлены террасы (пять террас) на тех же высотах, что и у г. Томска, т. е. не наблюдается расхождения террас к верховьям, то эта многотеррасность, должно быть, была вызвана не тектонической активностью блока, по которому проложила свой путь р. Томь, но большей ее древностью по сравнению с нижепротянувшейся р. Обью.

Многотеррасность надвюрмского комплекса террас р. Томи свидетельствует также и о том, что при всех грандиозных перестройках речных систем р. Томь сохраняла в этой части сток на север, в общем мало чем отличавшийся от послевюрмского. Совсем иная картина должна была бы возникнуть, если бы в действительности имело место, допускавшееся многими авторами общее подпруживание Обь-Енисейских вод с последующим их сто-

ком через Тургайский пролив: надвюрмские террасы отсутствовали бы по р. Томи.

Террасы р. Томи по высотам полностью сопоставляются с террасами р. Енисея.

Из вышеизложенного следует, что на востоке, в части речных систем, лежащих за I и II зонами, грандиозные изменения обстановки времени оледенений запечатлевались в террасах.

Что же представляли в этом отношении подобные же по положению (вне I и II зон) речные системы на западе?

Прежде всего надо учесть, что они находились все это время в условиях неблагоприятных для развития террас обычного типа.

На востоке была постоянно действующая мощная водная магистраль—р. Енисей, являвшаяся неизменно стержнем перестраивавшихся и пристраивавшихся к ней притоков слева, при сохранявшихся все это время<sup>1)</sup>, определяющих по значению правых частей системы.

На западе этого не могло быть. Наоборот, здесь многое препятствовало развитию террас: подпор вод; не было ритма базиса, но был хаос потоков; невыраженность или неустойчивость речных систем и т. д.

Вот почему здесь, несмотря на длительность размыва во времени, он не мог запечатлеться в долинах в обычных формах (И. П. Герасимов считал это „...трудно объяснимым пока фактом“ (6, в 795).

Но древние террасовые образования, хотя и значительно отличающиеся от обычных, все же здесь описаны. К таким относятся, описанные Г. Е. Быковым (3), древние террасы Абуго-Тобольского водораздела. Здесь над вюрмской имеются еще три террасы, которые характеризуются автором (3, 700) след. образом:

„4. Терраса—ложе древней долины, секущей водораздел.

5. Терраса, вторая по отношению к упомянутому ложу древней долины, занятая воловыми песками, лежащими выше дна долины, но ниже водораздельных суглинков.

6. Терраса, сложенная осадками полустоячих бассейнов (суглинков *Corbicula fluminalis*)“.

Сопоставляя, в заключение, террасы с выделенными этапами нижне-четвертичного времени (табл. 1) мы видим, что ритм оледенения сказался во всем. Мы проследили его на ритмах осадко-накопления и террасообразования.

---

<sup>1)</sup> Это доказывается полнотою надвюрмского террасового комплекса р. Н. Тунгуски (14). Само собой понятно, что из непрерывности террасовой истории правой части системы р. Енисея следует также определенный вывод—отрицательный по вопросу о наличии в этих пределах нижнечетвертичного покровного оледенения.

Если мы теперь захотели бы судить о четвертичной истории Западно-Сибирской низменности по тому, как она запечателась в террасах, то четвертичный период должен быть разделен на два отдела:

I—до вюрма и II—от вюрма.

Второй—от вюрма и до настоящего времени—является обычным в смысле того, что этапы его истории запечатлены обычными „нормами“ террас по всем речным системам низменности с нормальным же согласованием террас системы в целом.

Именно к этому времени должны быть отнесены слова Я. С. Эдельштейна (30, 6, 11): „на всей площади Обь—Иртышского района мы имеем дело в сущности с результатами одного эрозионного цикла“...

Первый же — до вюрмский отдел—в означенном смысле является необычным, что мы рассмотрели выше. Переход от I ко II отделу—к „норме“—сопровождался новой перестройкой почти всей гидрографической сети, следы которой еще свежи и сохранились почти повсеместно (об этом в известных работах ряда авторов: Г. И. Танфильева, П. А. Православлева, Я. С. Эдельштейна, И. П. Герасимова, М. И. Кучина и других). Еще во время заложения современных главных речных долин на уровне их третьих террас, воды, вероятно, неоднократно заливали Обь—Иртышский водораздел (15, 61).

Но часто направляющим в этих перестройках оказывались все же образования, возникшие еще во время нижнечетвертичных оледенений. Рассмотрим один случай.

Так, напр., именно этим можно объяснить известное парадоксальное явление.

Енисей, который, судя по террасовому комплексу, является стержнем более древней речной системы, почти совершенно лишен притоков слева, т. е. именно со стороны легко доступной низменности и оставляет ее всю целиком более молодой системе р. Оби. Затем, более молодая р. Обь оказывается на участке самым молодым (от устья р. Томи и ниже), лежащей на более низком, чем Енисей, абсолютном уровне. Последнее, видимо, и обусловило самую возможность захвата Обью здесь почти всей восточной половины низменности.

Но, как следует из изложенного выше, все это явления одного порядка. Р. Обь занимает здесь древнюю ложбину стока (I зона), которая в после Ур время могла быстро восстановиться по прежнему (времени Си 6 оледенения) направлению стока на запад и, обусловив здесь изгиб р. Оби—от устья Томи до устья Иртыша,—предопределила также быстроту формирования всей Обской системы.

7. В заключение отметим, что изучение форм ледникового комплекса низменности в целом представляет самостоятельный принципиально-важный научный интерес, так как условия образования их во многом существенно отличались от условий образования в других областях континентального оледенения.

Еще Н. К. В о с с о ц к и й в 1896 г. (5, 82) писал об отличиях, которыми обладают западно-сибирские валунные отложения от подобных же образований России.

Определяющими были особенности стока, т. к. именно ими Западная Сибирь прежде всего отличается от всех других областей континентального оледенения.

1. На Русской Равнине во время оледенения сток шел от ледника на юг к морю, и основные линии этого направления были выработаны еще задолго до оледенения.



2. На северной низменности Западной Европы (где реки, подобно сибирским, направлялись на север в сторону ледника и обходили его по внешнему краю) обстановка существенно отличалась тем, что льды надвигались с одной и той же стороны, и сток был в одну и ту же сторону, к близко расположенному широко открытому морю.

3. Такое же, как и на Западно-Сибирской низменности, маятниковобразное наступание ледников с разных центров имело место в Сев. Америке, но там был сток на юг—к морю, выработанный до начала оледенения.

При грандиозных перестройках Западной Сибири влияние моря не могло запечатлеться на обширнейших, значительно удаленных от него, предледниковых пространствах.

Формирование должно было происходить независимо только от местных условий.

Но каковы в действительности эти своеобразные формы ледникового комплекса Западно-Сибирской низменности, по справедливому замечанию К. К. Маркова (7, 99, примечание), „Почти ничего не известно“.

Кафедра геоморфологии.

Июнь 1945 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бер А. Г.—Неогеновые и четвертичные отложения Ишима и низовьев Тобола. Бюл. МОИП, Геол., 1938, 1.
2. Боч С. Г.—Материалы к четвертич. Геол. Липинского, Нижнесосвинского и Кондинского края Зап.-Сиб. низмен. Тр. КЧ АН СССР. т. V, в. 1, 1937.
3. Быков Г. Е.—Древние долины Абуго-Тобольского водораздела. Изв. ГГО, 1938, 70, в. 6.
4. Введенский А. В.—Геологический очерк западной части Зап.-Сиб. низменности. Тр. ВГРО, в. 330, 1933.
5. Высоцкий Н. К.—Очерк третичных и послетретичных образований Зап. Сибири. Геол. исследов. и развед. работы по линии Сиб. ж. д.—1896, в. V.
6. Герасимов И. П.—а) К истории развития рельефа Обь—Иртышской равнины. Исследов. Подзем. вод СССР, в. 5, 1934; б) О значении эпейрогенических движений в развитии рельефа Прикаспийской и Западно-Сибирской низменности. Изв. ГГО, 1936, № 5; в) Основные вопросы геоморфологии и палеогеографии Западно-Сибирской низменности. Изв. АН. Географ., 1940, 5.
7. Герасимов И. П. и Марков К. К.—Ледниковый период на территории СССР. АН. СССР, 1939.
8. Громов В. И.—Материалы к изучению четвертичных отложений в басс. среднего течения р. Оби. Тр. КЧ, 1934, т. III в. 2.
9. Деминцев В. А.—а) Рельеф басс. р. Вах и его история в четвертичное время. Изв. ГГО, 1934, в. 1; б) Геоморфологический очерк р. Назыма и прилегающей части долины р. Оби. Изв. ГГО, 1936, в. 4.

10. Д р а н и ц ы н Д. А.—Материалы по почвоведению и геологии Западной Нарымского края, 1915 г.
11. И в а н о в с к и й Л. Н.—Геоморфологические наблюдения в долинах рек Казым и Надым. Тр. Томск. Университета, т. 95, 1939 г.
12. К е с ь А. С.—О гевезисе котловины Зап.-Сиб. Равнины. Тр. ИФГ, АН СССР, 1935, в. 15.
13. К е л л е р Б.—Маршрутное геологическое исследование р. Сым. Изв. ГГО, 1936, 5.
14. К у ш е в С. Л.—Геоморфология долины нижнего течения Н. Тунгуски. Тр. Геоморф. Ин-та, в. 11, 1934.
15. К у ч и н М. И.—Подземные воды Обь-Иртышского бассейна. Гостоптехиздат, 1940.
16. Н а г и н с к и й Н. А. К истории максимального оледенения Зап. Сиб. низменности. Сб. Проблемы физ. географии, XIII, Изд АН СССР.
17. Н а г о р с к и й М. П.—а) Материалы по геологии четвертичных отложений центр. части Красноярского района. Вестн. Зап.-Сиб. Геол. Тр. 1937, № 5; б) Материалы по геологии восточной окраины Чулым-Енисейского бурого угольного басс. Мат. Геол. Красноярск. края, 1938, 4; в) Материалы по геологии и полезн. ископаем. Приенисейской части Зап. Сиб. низменности. Мат. по геол. Красн. Кр. 1939, 6; г) Основные этапы четвертичной истории юго-востока Зап. Сиб. низменности. Вестн. Зап.-Сиб. Геол. Упр., 1941, 3.
18. Н е у с т р о в С. С.—а) К вопросу об изучении послетретичных отложений Сибири. Почвоведение, 1925, 3; б) О географических циклах в Зап. Сибири в послетретичное время. Почвоведение, 1925, 4.
19. Н и к и т и н П. А.—Четвертичные семенные флоры берегов р. Оби, Мат. по Геол. Зап. Сибири, 1940, 12.
20. О б р у ч е в В. А.—а) Признаки ледникового периода в Сев и Центр. Азии. Бюлл. КЧ, 1931, 3; б) Геология Сибири, т. III, 1938, в) Рецензия на кн. М. П. Нагурского Изв. АН Геолог. 1944, 1.
21. П е т р о в Б. Ф.—Наносы и почвы басс. р. Кояды. Изв. ГГО, 1934, 5.
22. П и р о ж н и к о в П. А.—К географич. познанию области находящейся между Тазом и Енисеем. Землеведение 1931, в. 1—2.
23. Р а г о з и н Л. А.—Геоморфологические наблюдения между Ачинском и Енисейском. Тр. Том. Гос. университета, 1939, т. 95.
24. Р а д у г и н К. В.—а) Геоморфологический разрез водораздела Томь—Чулым в районе г. Томска. Вестн. Зап.-Сиб. ГГГТР, 1934, в. 1. б) Материалы к геологии рыхлых отложений района Томск—Тайга. Мат. по Геол. Зап.-Сиб. Кр. 1934, 9.
25. С а к с В. Н.—К стратиграфии четвертичных отложений Таймырской депрессии. ДАН XLVI, 6, 1945.
26. С у к а ч е в В. Н.—а) Иртышская фитопаалеонтологическая экспедиция. Эксп. АН СССР, 1931 г. (1932 г.); б) Исследование четвертичных отложений Нижнеиртышского края. Экспед. АН СССР, 1932 (1933 г.); в) По Оби и Тыму. Экспед. АН СССР, 1934 г. (1935 г.).
27. У р в а н ц е в Н. Н.—Следы четвертичного оледенения Центр. части Сев. Сибири. Тр. ГГРУ, 1931, в. 113.
28. Х о д ь к о в А. К.—О третичных отложениях и границе оледенения в восточной части Нарым. края в Западной Сибири ДАН, 1935, т. II, 5—6.
29. Ш у м и л о в а Е. В.—Террасы р. Томи в ее среднем течении. Мат. Зап.-Сиб. Края, 1934, 8.
30. Э д е л ь ш т е й н Я. С.—а) Геологический очерк Зап.-Сиб. равнины. Изв. Зап. Сиб. ОРГО, 1926, V; б) Гидрогеологический очерк Обь-Иртышского района. Тр. ВГРО, 1932, в. 132; в) Геоморфологический очерк Зап.-Сиб. низменности Тр. ИФГ, 1936, Вып. 20.

**СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА**  
нижнечетвертичных отложений Западно-Сибирской низменности

| Оледенение<br>Зона —<br>площадь | Площадь ледникового покрова                                             |                                                                   | Зоны стока флювиогляциальных вод                           |                                                         | Т е р р а с ы            |                |                                  |                                                   |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                 | Сибирского                                                              | Уральского                                                        | Западная часть                                             | Восточная часть                                         | Восточная часть          | Западная часть | Западная часть                   |                                                   |
|                                 |                                                                         |                                                                   |                                                            |                                                         | Р. Енисей                | Р. Н. Тунгуска | Р. Томь                          |                                                   |
| Уральское                       | Покровные суглинки                                                      | Озёрные и озёрно-гляциальные суглинки и пески                     | Слоистые суглино-супеси, частью озёрно-болотные            | Слоистые глины и суглино-супеси, частью сзёрно-болотные | 75 м                     | 65—75          | 60(?)                            | Терраса — ложе древней долины, секущей водораздел |
|                                 | Формирование водораздельных плато и отложений "невывраженных в рельефе" | М о р е н а с уральскими валунами                                 | Диагональные гески с валунами Уральских пород              | Диагональные пески, гравелистые, галечниковые           | 95—105 м                 | 95—105         | 85—90                            | Терраса — вторая к упомянутому ложу               |
|                                 | Т Е Р Р А С                                                             | Покровные суглино-супеси (Верхняя толща "сизых суглинков")        | Облессованные пески и супеси                               | Облессованные (частью каолинизированные) пески и супеси | Врез к следующей террасе |                |                                  |                                                   |
| Сибирское                       | Покровные суглино-супеси                                                | Покровные суглино-супеси (Верхняя толща "сизых суглинков")        | Суглинки, суглино-супеси (верхняя толща "сизых суглинков") | П е с к и                                               | 130 м                    | 120—135        | 125                              | Терраса, сложенная осадками полустоячих бассейнов |
|                                 | М о р е н а с сибирскими валунами                                       | Слоистые пески                                                    | Слоистые пески с галькой                                   | Слоистые пески с галькой и лещиковыми прослоями         | 160—180 м                | 160—180        | Водораздельные "Таймыские" гряды |                                                   |
|                                 | Глины, пески                                                            | Суглинки, частью озёрно-болотные (нижняя толща "сизых суглинков") | Суглинки (нижняя толща "сизых суглинков")                  | Глины, суглинки, супеси                                 | 190—200 м                | 190—200        | Водораздельные суглинки          |                                                   |

→ Направление возрастания мощности и грубозернистости отложений

< < Соответствующие отложения не выделены

~ Размыты на границе толщ.

Террасы: ————— эрозионные, ————— аккумулятивные, ————— смешанные.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РАЗРЕЗЫ К СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЕ

| Одеев-<br>не  | Время   | Ляпинский и<br>Нижне-Сосвин-<br>ский край<br>С. Г. Боч,<br>1937 (2)                                                                                       | Р. Назым<br>В. А. Дементьев<br>1936 (9, 6)                                                                                                                             | Р. Юган<br>В. И. Громов<br>1934 (в)                                             | Р. Вах<br>В. А. Дементьев<br>1934 (9, а) | Р. Салым<br>А. Г. Бер,<br>1938 (1)                                                                                                                                                                               | Р. Демьянка и<br>Р. Туртас.<br>В. А. Дементьев<br>(Эдельштейн,<br>30, в, 70)                   | Р. Иртыш<br>В. Н. Сукачев,<br>1931—1932 (26, а, б)                         | Р. Ишим (г. Гетро-<br>павловск)<br>А. Г. Бер 1938 (1)                                                | Р. Чижапка<br>Н. А. Пагинский<br>1942 (16)                                           | Р. Обь, д. Кри-<br>вошеино<br>П. А. Никитин<br>1940 (19)                                         | Р. Сым<br>Е. Келлер,<br>1936 (13)                                                            |
|---------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Средне-<br>не | Верхне- | Гляциально-озер-<br>ные слоистые<br>пески и супеси.<br>Ленточные глины.<br>Ок. 60 м                                                                       | Озерные пески<br>(Q <sub>2</sub> R <sub>2</sub> R <sub>3</sub> -W)<br>5—30 м<br>Валуно-галеч-<br>ные фл.-гля-<br>циальные.<br>(Q <sub>2</sub> R <sub>2</sub> ) 15—20 м | Покровные суг-<br>линки (Q <sub>1</sub> -Q <sub>2</sub> )                       | Покровные<br>супеси R                    | Озерно-гляциаль-<br>ные супеси<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g) флювио-<br>гляциальные, пески<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g)<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g)<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g) | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени) | Слоистые суглино-<br>супеси с гумусирован-<br>ными полосами. Более<br>20 м | Развитие поверхности<br>водораздельных<br>плато и формирование<br>«невыраженных в<br>рельефе» террас | Темные глины<br>4 м<br>Переслаивающиеся<br>пески и глины<br>3,5 м<br>(озерн. отлож.) | Суглинки и глины<br>с гумусирован-<br>ными полосами.<br>Озерные или.<br>(Q <sub>2</sub> ) 5—10 м | Глины с остатками<br>древесины и<br>супеси с обуг-<br>лившим растит.<br>остатками<br>ок. 4 м |
|               | Нижне-  | Морена 36 м<br>Две толщи с меж-<br>морскими отло-<br>жениями глин<br>и песков. Ураль-<br>ские-валуны и<br>галечки                                         | Морена (Q <sub>2</sub> R <sub>2</sub> )<br>пески с валунами<br>Q <sub>2</sub> R <sub>2</sub> 3—40 м                                                                    | Покровные суг-<br>линки (Q <sub>1</sub> -Q <sub>2</sub> )                       | Покровные<br>супеси R                    | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени)                                                                                                                   | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени) | Слоистые суглино-<br>супеси с гумусирован-<br>ными полосами. Более<br>20 м | Развитие поверхности<br>водораздельных<br>плато и формирование<br>«невыраженных в<br>рельефе» террас | Темные глины<br>4 м<br>Переслаивающиеся<br>пески и глины<br>3,5 м<br>(озерн. отлож.) | Суглинки и глины<br>с гумусирован-<br>ными полосами.<br>Озерные или.<br>(Q <sub>2</sub> ) 5—10 м | Глины с остатками<br>древесины и<br>супеси с обуг-<br>лившим растит.<br>остатками<br>ок. 4 м |
|               | Средне- | Железистый ков-<br>гломерат (пред-<br>ледниковый)<br>4—8 м<br>Диагонально-<br>слоистые супеси,<br>переходящие в<br>кварцевые<br>пески<br>(предледниковые) | Кварцевые<br>пески,<br>безвалунные<br>диагонально-<br>слоистые<br>с мелкой галькой                                                                                     | Покровные<br>супеси<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g, и Q <sub>1</sub> W/el) | Покровные<br>супеси R                    | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени)                                                                                                                   | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени) | Слоистые суглино-<br>супеси с гумусирован-<br>ными полосами. Более<br>20 м | Развитие поверхности<br>водораздельных<br>плато и формирование<br>«невыраженных в<br>рельефе» террас | Темные глины<br>4 м<br>Переслаивающиеся<br>пески и глины<br>3,5 м<br>(озерн. отлож.) | Суглинки и глины<br>с гумусирован-<br>ными полосами.<br>Озерные или.<br>(Q <sub>2</sub> ) 5—10 м | Глины с остатками<br>древесины и<br>супеси с обуг-<br>лившим растит.<br>остатками<br>ок. 4 м |
| Средне-<br>не | Верхне- | Железистый ков-<br>гломерат (пред-<br>ледниковый)<br>4—8 м<br>Диагонально-<br>слоистые супеси,<br>переходящие в<br>кварцевые<br>пески<br>(предледниковые) | Кварцевые<br>пески,<br>безвалунные<br>диагонально-<br>слоистые<br>с мелкой галькой                                                                                     | Покровные<br>супеси<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g, и Q <sub>1</sub> W/el) | Покровные<br>супеси R                    | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени)                                                                                                                   | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени) | Слоистые суглино-<br>супеси с гумусирован-<br>ными полосами. Более<br>20 м | Развитие поверхности<br>водораздельных<br>плато и формирование<br>«невыраженных в<br>рельефе» террас | Темные глины<br>4 м<br>Переслаивающиеся<br>пески и глины<br>3,5 м<br>(озерн. отлож.) | Суглинки и глины<br>с гумусирован-<br>ными полосами.<br>Озерные или.<br>(Q <sub>2</sub> ) 5—10 м | Глины с остатками<br>древесины и<br>супеси с обуг-<br>лившим растит.<br>остатками<br>ок. 4 м |
|               | Средне- | Железистый ков-<br>гломерат (пред-<br>ледниковый)<br>4—8 м<br>Диагонально-<br>слоистые супеси,<br>переходящие в<br>кварцевые<br>пески<br>(предледниковые) | Кварцевые<br>пески,<br>безвалунные<br>диагонально-<br>слоистые<br>с мелкой галькой                                                                                     | Покровные<br>супеси<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g, и Q <sub>1</sub> W/el) | Покровные<br>супеси R                    | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени)                                                                                                                   | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени) | Слоистые суглино-<br>супеси с гумусирован-<br>ными полосами. Более<br>20 м | Развитие поверхности<br>водораздельных<br>плато и формирование<br>«невыраженных в<br>рельефе» террас | Темные глины<br>4 м<br>Переслаивающиеся<br>пески и глины<br>3,5 м<br>(озерн. отлож.) | Суглинки и глины<br>с гумусирован-<br>ными полосами.<br>Озерные или.<br>(Q <sub>2</sub> ) 5—10 м | Глины с остатками<br>древесины и<br>супеси с обуг-<br>лившим растит.<br>остатками<br>ок. 4 м |
|               | Нижне-  | Железистый ков-<br>гломерат (пред-<br>ледниковый)<br>4—8 м<br>Диагонально-<br>слоистые супеси,<br>переходящие в<br>кварцевые<br>пески<br>(предледниковые) | Кварцевые<br>пески,<br>безвалунные<br>диагонально-<br>слоистые<br>с мелкой галькой                                                                                     | Покровные<br>супеси<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g, и Q <sub>1</sub> W/el) | Покровные<br>супеси R                    | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени)                                                                                                                   | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени) | Слоистые суглино-<br>супеси с гумусирован-<br>ными полосами. Более<br>20 м | Развитие поверхности<br>водораздельных<br>плато и формирование<br>«невыраженных в<br>рельефе» террас | Темные глины<br>4 м<br>Переслаивающиеся<br>пески и глины<br>3,5 м<br>(озерн. отлож.) | Суглинки и глины<br>с гумусирован-<br>ными полосами.<br>Озерные или.<br>(Q <sub>2</sub> ) 5—10 м | Глины с остатками<br>древесины и<br>супеси с обуг-<br>лившим растит.<br>остатками<br>ок. 4 м |
| Средне-<br>не | Верхне- | Железистый ков-<br>гломерат (пред-<br>ледниковый)<br>4—8 м<br>Диагонально-<br>слоистые супеси,<br>переходящие в<br>кварцевые<br>пески<br>(предледниковые) | Кварцевые<br>пески,<br>безвалунные<br>диагонально-<br>слоистые<br>с мелкой галькой                                                                                     | Покровные<br>супеси<br>(Q <sub>1</sub> R <sub>1</sub> g, и Q <sub>1</sub> W/el) | Покровные<br>супеси R                    | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени)                                                                                                                   | Озерно-аллю-<br>виальные, супеси,<br>суглинки и глины<br>(условно поздне-<br>рипского времени) | Слоистые суглино-<br>супеси с гумусирован-<br>ными полосами. Более<br>20 м | Развитие поверхности<br>водораздельных<br>плато и формирование<br>«невыраженных в<br>рельефе» террас | Темные глины<br>4 м<br>Переслаивающиеся<br>пески и глины<br>3,5 м<br>(озерн. отлож.) | Суглинки и глины<br>с гумусирован-<br>ными полосами.<br>Озерные или.<br>(Q <sub>2</sub> ) 5—10 м | Глины с остатками<br>древесины и<br>супеси с обуг                                            |

## ПРОДУКТИВНЫЕ ФОРМАЦИИ СТЕКОЛЬНЫХ И ФОРМОВОЧНЫХ ПЕСКОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

*Доцент Л. А. РАГОЗИН*

*Кандидат геолого-минералогических наук*

### Введение

В начале Великой Отечественной войны некоторым заводам Томска потребовалось большое количество формовочных песков. Имеющиеся месторождения и действующие карьеры оказались неспособными удовлетворить быстро растущую потребность в них. Точно так же появилась нужда в стекольных песках. Формовочные и стекольные пески стали остродефицитным минеральным сырьем.

Западно-Сибирское геологическое управление в 1943 году пригласило меня провести специальные работы по изысканию песков.

В результате изучения территории, тяготеющей к жел. дор. линии Тайга—Томск и Томск—Асино, а также к долине р. Томи в пределах Томской области, с применением горных работ и ручного бурения, была дана геолого-экономическая оценка 30 ранее известным месторождениям и зарегистрировано 29 новых месторождений песков. Из них 26 месторождений могут быть использованы для разного рода литья и 13 месторождений пригодны для стекольного производства.

Изучение геологического строения этих месторождений песков, позволило выявить продуктивные стратиграфические подразделения, с которыми связаны пески определенного качества. Были выявлены поисковые критерии для кварцевых песков, составлена карта прогнозов и разведаны два наиболее перспективных месторождения: 8<sup>1</sup> километр и Туганское. Первое из них полностью удовлетворяло потребности в формовочных песках заводов г. Томска. Второе, как подтвердили последующие более детальные разведки А. Б. Травина, сможет обеспечить томские предприятия высококачественным стекольным песком.

## Обзор предыдущих исследований

Наиболее значительные работы по изучению песков Томской области производились А. П. Смолиным (1920), А. А. Васильевым (1927), М. К. Коровиным (1927), Ф. Н. Шаховым (1928), Ф. П. Волковым (1931, 1933), П. А. Варданянцем (1941). Только последний автор дает оценку томским пескам с точки зрения пригодности их для изготовления формовочных земель. Другие авторы рассматривали томские пески только как сырье для стекольной промышленности.

Поисковые работы по пескам проводит А. А. Васильев (1927), Ф. Н. Шахов (1928) и П. А. Варданянц (1941). Другие авторы ограничивались или простой фиксацией разрабатываемых месторождений или же проводили разведку одного какого-нибудь месторождения. Поисковые критерии для нахождения новых месторождений песков впервые дает Ф. Н. Шахов (1928). Сводные работы по полезным ископаемым Томского района Л. Н. Жукова (1934), В. С. Попова (1939, 1940), А. Л. Рейнгарда (1943) нового фактического материала не дают и ограничиваются ссылками на предыдущие исследования.

На основании этих работ сложилось представление у прежних исследователей, что наиболее перспективным месторождением стекольных песков является Белобородовское, которое и подвергалось наиболее детальному изучению. В качестве наиболее перспективных месторождений формовочных песков П. А. Варданянц (1941) выделял Туганское и Копыловское. Последнее в 1942 году разведывалось Запорожцевой, но ее отчет в ЗСГУ не поступал. Все эти месторождения П. А. Варданянцем (1941) были отнесены к миоцену.

Наши исследования дали совершенно иную картину и другие перспективы развития отдельных месторождений и всей Томской области в целом.

## Геологическое строение

Наиболее древние геологические образования Томской области развиты в районе д. Подломской по Иркутскому тракту в системе рек Щербак и Тышмы. Это будут среднедевонские известняки, эффузивы и их туфы. В верховьях рек Большой Киргизки, Ушайки и Басандайки известны верхнедевонские глинистые сланцы, которые постепенно сменяются нижнекаменноугольными сланцами, наиболее широкое развитие получившие около г. Томска, где в них найдена визейская фауна, описанная М. Э. Янишевским (1915). Эти глинистые сланцы являются обычными породами области Колывань-Томских складок. С ними же связаны диабазы и

диабазовые порфиристы, которые местами обнаруживаются в виде изолированных обнажений. По рч. Киргисле следует отметить выходы угленосных палеозойских отложений, открытых В. А. Халовым (1935).

Палеозойские породы образуют три крупных антиклинальных структуры, осложненные на крыльях дополнительными складками: Подломскую, Томскую и Ярскую (Л. А. Рагозин, 1944).

Рыхлые отложения начинаются с палеонтологически охарактеризованной Медведчиковской формации верхнемелового возраста (Л. А. Рагозин, 1944), которая выше перекрывается Туганской формацией. Возраст последней точно не установлен и предположительно определяется как верхнемеловой. Для этих двух формаций наиболее характерной породой являются сливные кварцитовидные песчаники, залегающие среди белых кварцевых песков.

Третичные отложения представлены Лагерносадской формацией (Л. А. Рагозин, 1944), в которой найдены растительные остатки (М. Э. Янишевский, 1915) относящиеся к эоцену (В. А. Халов, 1931). Лагерносадская формация развита, главным образом, в Томском районе. Более молодые третичные отложения палеогенового возраста пользуются развитием в восточной половине Томской области в системе р. Васюгана, где они обнажаются в ряде мест по речным долинам в основании яров.

Четвертичные отложения в своем основании имеют палеонтологически охарактеризованные Асиновские слои (Л. А. Рагозин, 1944), датируемые как нижнечетвертичные. Более высокое стратиграфическое положение занимают покровные породы междуручей и речные террасы.

Тектоника мезо-кайнозоя в основном определяется своеобразными региональными структурами типа валов, имеющими простирание близкое к широтному. Они до некоторой степени подчинены и согласуются с палеозойскими структурами. В качестве примера можно привести Томскую валообразную структуру (Л. А. Рагозин, 1944), которая протягивается от выходов девона у Черепанова Брода на р. Яе, через Подломскую и Томскую структуры к выходам третичных пород на р. Оби у с. Киреевского. Несколько севернее, параллельно этой валообразной структуре, протягивается Чулымская валообразная структура, берущая свое начало на востоке от Мендель-Кетского поднятия (Л. А. Рагозин, 1936), идущая вдоль правого берега Чулыма до Асиновского района, где она пересекает Чулым. Далее на запад эта валообразная структура пересекает р. Обь у села Кривошеина и, возможно, идет к р. Парбигу, где имеются выходы третичных пород. На оси этой структуры лежат также обломки коренных пород по р. Кенге (Д. А. Драницын, 1915).

## Медведчиковская продуктивная формация

Месторождения песков Томской области связаны с различными стратиграфическими горизонтами мезо-кайнозойской рыхлой толщи, залегающей на палеозойском фундаменте.

Древнейшей продуктивной толщей, с которой связаны месторождения песков Томской области, является Медведчиковская формация, названная так по д. Медведчиковой на р. Яе, откуда В. А. Х а х л о в (1930) описал остатки верхнемеловой флоры. Палеонтологически охарактеризованными они являются также около дер. Ново-Покровки по рч. Мазаловский Китат (В. А. Х а х л о в, 1943). Литологически Медведчиковская формация представлена обычно белыми кварцево-кремнистыми песками с обильным каолиновым цементом, содержащими прослой серых, иногда, с синеватым оттенком глини и линзы очень крепких кварцитовидных песчаников мощностью до 1,5 м.

В минералогическом отношении эти слои, по данным Н.П. Парвицкой (Л. А. Рагозин, 1944), характеризуются очень незначительным выходом тяжелой фракции, которая характеризуется наличием лишь весьма устойчивых минералов, отсутствием эпидота и роговой обманки. Обычными минералами являются магнетит, ильменит, циркон, турмалин и гранат своеобразного габитуса. Фиксируются ставролит, дистен, андалузит, рутил, анатаз. В легкой фракции преобладает кварц. Полевой шпат очень сильно разрушен вторичными процессами химического выветривания. Встречаются мелкие чешуи каолинита.

Распространена Медведчиковская формация на ЮВ. окраине Томской области в системе р. Яи, главным образом по Мазаловскому Китату, а также судя, по данным И. В. Лебедева (1939), на ее восточной окраине по Касу, Сочуру и Кети.

Месторождения песков этой формации в пределах Томской области изучены еще слабо и детальное опробование их не проводилось. Тем не менее по аналогии с соседними территориями, где развиты аналогичные верхнемеловые отложения, можно получить представление о характере месторождений песков. В качестве примера можно привести Усманское месторождение.

Усманское месторождение песков располагается на правом берегу р. Яи, около верхнего конца д. Усманки. В крутом обрыве высотой порядка 10 м под малоомощной вскрышей обнажаются мелкозернистые, плотные, белые пески с обильным глинистым цементом. Местные жители песок отмучивают и белой глиной белят избы.

Этот яр чрезвычайно походит на известное обнажение верхнемеловой Симоновской свиты „Нижняя Глинка“, описанное



Л. А. Рагозиным (1936). Белые глинистые пески Нижней Глиники представляют собой ценное минеральное сырье. Как огнеупоры они являются достаточно пластичными. Наряду с достаточной пластичностью они несколько отошены, представляя продукт довольно редко встречающийся в природе. Наиболее выгодное применение эти пески могут получить в качестве сырья, пригодного без каких-либо добавок, для производства огнеупорного кварцеглинистого кирпича полукислого характера, а также для изготовления формовочных земель. После отмучивания, разделив кремнезем и глинозем, первый можно употребить для выделки стекла, а второй для производства фарфоровых изделий.

### Туганская продуктивная формация

Стратиграфически выше Медведчиковских отложений залегает Туганская продуктивная формация. Ее разрезы можно наблюдать около ст. Туган в системе рч. Омутной в районе Туганского месторождения кварцевых песков, а также в Асиновском балластном карьере и в системе р. Кулары, левого притока Чулыма.

Литологически Туганская формация представлена серыми и белыми кварцево-кремнистыми и кварцево-полевошпатово-кремнистыми песками, среди которых залегают серые глины, имеющие иногда синеватые, голубоватые, розоватые, оливковозеленые и другие оттенки, исчезающие, обычно, при высыхании породы. Кроме того встречаются прослои, представленные песчаными глинами и тонкозернистыми глинистыми песками.

Характерной породой туганских отложений являются сливные кварцитовидные песчаники, залегающие в виде отдельных линз. На 33 км железнодорожной линии Томск—Асино, слева от полотна по ходу километров, в правом борту рч. Туган, в кювете глубиной порядка 2 м среди белых и темносерых глин обнаружен пласт бурого угля мощностью около 60 см, представляющий собой бурую землистую массу с кусками обуглившейся древесины. Согласно заключению П. А. Никитина (Л. А. Рагозин, 1944) слабая углефикация этого бурого угля, характерный золотистый оттенок и малая уплотненность большинства кусочков ксилена, все это является типичным для западно-сибирского «миоцена» в понимании Н. А. Никитина (Ярское, Казанские Юрты и др.) или эоцена по В. А. Хахлову (1931).

Минералогический состав туганских отложений изучался Н. П. Парвицкой (Л. А. Рагозин, 1944). Туганские пески показали высокое содержание кварца от 71% до 89%. Зерна кварца окатаны плохо. Полевой шпат несет следы сильных вторичных изменений. Тяжелая фракция характеризуется большим разнообразием. Здесь встречены ильменит, магнетит, циркон, эпидот, рого-

вая обманка, гранат, турмалин, рутил, анатаз, сфен, ставролит, дистен, андалузит и др. Коррелятивными минералами, по своему количественному соотношению с другими компонентами, являются с одной стороны циркон и турмалин, а с другой стороны—дистен, гранат и циркон. Эти два минералогических комплекса представляют собой два фациальных типа, взаимно переслаивающиеся друг с другом в составе туганских отложений.

Распространена Туганская продуктивная формация в пределах Томской области, главным образом, на территории Туганского и Асиновского административных районов в верховьях рч. Омутной, в системе рч. Итатки, по рч. Кулары, в области нижнего течения р. Яи. Туганские отложения небольшой мощности обнажены по рч. Большой Киргизке и Басандайке. Кроме того по данным И. В. Лебедева (1939) можно предполагать развитие Туганской продуктивной формации в системе р. Каса и в пределах верхней части бассейна р. Кети около восточной границы Томской области.

На территории Томского района по рч. Большая Киргизка и рч. Басандайке туганские отложения имеют небольшую мощность порядка 5 м. При этом они залегают на нижнекаменноугольных сланцах и перекрываются палеонтологически охарактеризованными палеогеновыми Лагерносадскими слоями. В Туганском и Асиновском районах видимая мощность туганских отложений достигает около 30 м. При чем их нижняя граница остается неизвестной. Перекрываются они Асиновскими нижнечетвертичными отложениями.

Стратиграфическое положение Туганской формации является не совсем ясным, ввиду отсутствия палеонтологических остатков в виде отпечатков широколиственной флоры. Поэтому об их возрасте можно судить только на основании общих геологических соображений.

Общий литологический облик сближает их с палеонтологически охарактеризованными верхнемеловыми отложениями Медведчиковской формации, Симоновской свиты (Л. А. Рагозин, 1936), антибесской формации (А. Р. Ананьев, 1940). В пользу верхнемелового возраста Туганской формации указывают также сливные кварцитовидные песчаники, которые в Зап. Сибири не встречаются нигде в палеонтологически охарактеризованных третичных отложениях. Туганские слои стратиграфически залегают ниже палеогеновых Лагерносадских отложений. От последних, кроме того, они резко отличаются литологически и минералогически. Кроме того на геологической карте Туганская формация облегает наиболее древние в районе тектонические структуры, например, около д. Подломской, сложенные средним девоном. По направлению к г. Томску, согласно тектонической зональности, Туганская формация сменяется Лагерносадской.

Заключение П. А. Никитина (Л. А. Рагозин, 1944), о миоценовом возрасте бурых углей с 33 км, не может служить достаточно веским аргументом в пользу их третичного возраста, ввиду изолированного положения месторождения бурого угля, который может и не принадлежать к туганским слоям. Кроме того, как известно, данные палеокарпологии в условиях Зап. Сибири дают более молодой возраст по сравнению с определениями, основанными на отпечатках листьев. Так, например, нижнемеловую кийскую формацию А. Р. Ананьева (1939), П. А. Никитин считает верхнемеловой, воценовую флору Лагерного Сада г. Томска (В. А. Хахлов, 1931) он считает верхне-олигоценовой (Л. А. Рагозин, 1944) и, наконец, палеогенскую флору с. Киреевского на Оби (В. А. Хахлов и Л. А. Рагозин, 1945) он определяет как мио-плиоценовую.

На основании вышесказанного можно сделать заключение, что Туганская формация занимает промежуточное стратиграфическое положение между палеонтологически охарактеризованными верхнемеловыми медведчиковскими отложениями и воценовыми Лагерносадскими слоями. Повидимому, Туганская формация соответствует самым верхним горизонтам верхнего мела. Окончательно этот вопрос может быть разрешен только путем сборов отпечатков широколиственной флоры.

Туганская продуктивная формация характеризуется высокосортными стекольными песками, которые наиболее полно изучались на Туганском месторождении.

Туганское месторождение кварцевых песков располагается в 2 км к СВ от ст. Туган Томской жел. дор. или в 300 км к СЗ от 34 км железнодорожной линии Томск—Асино. Через месторождение проходит улучшенная грунтовая дорога, соединяющая ст. Туган с с. Александровским. Месторождение захватывает водораздельное пространство между речками Омутной и Туганом и разрезается, так называемым, „Крутым логом“.

Пески Туганского месторождения вначале разрабатывались в качестве балласта. В 1941 году они разведывались П. А. Варданянцем, выявившем здесь формовочные пески. Затем в 1943 году их разведывал автор, указавший здесь, помимо формовочных, также стекольные пески.

В 1944 году к автору за консультацией обратился Томский электроламповый завод с просьбой указать им наиболее удобное месторождение стекольных песков. Им было рекомендовано Туганское месторождение, которое, в связи с этим, стало в дальнейшем разведываться А. Б. Травиным не на формовочные пески, а на стекольные. Здесь были выявлены запасы по категориям С и В.

В основании стратиграфической колонки месторождения залега-

ют, обычно, мелкозернистые, часто глинистые пески зеленовато-серого или голубоватого цвета, видимой мощностью около 5 м. Сверху они увенчиваются прослоем гравия. Выше обычно лежат серые тощие пески небольшой мощности разной зернистости. Они отделяются прослоем мелкого галечника от вышележащих среднезернистых белых кварцевых песков мощностью порядка 5 м. Эти пески и разрабатываются в качестве стекольных. Они местами приобретают желтую окраску, их мощность непостоянная. Вскрыша колеблется от 0,5 м до 2,0 м.

Химический анализ стекольных песков, взятых из канавы № 4 гор. 4 (Л. А. Рагозин, 1944), характеризуется нижеследующими цифрами:

| H <sub>2</sub> O | ппп  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | CaO   | MgO   | Сумма щелочей | Сумма |
|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------|-------|---------------|-------|
| 0,24             | 0,12 | 97,52            | 1,24                           | 0,39                           | Следы            | н/обн | н/обн | 0,33          | 99,60 |

В настоящее время эти пески с успехом используются Томским электроламповым заводом.

В дальнейшем необходимо продолжать изучение песков Туганского месторождения в целях выявления здесь песков, пригодных для выделки оптических стекол.

Помимо стекольного производства пески Туганского месторождения могут быть использованы для изготовления формовочных земель. Маркировка песков, согласно общесоюзного стандарта (ГОСТ 2138—43) показала преобладание тощих мелкозернистых песков Т 70/140. Они же представляют основную массу полужирных песков (П 70/140). Значительно меньше песков марки К (кварцевых), которые дают среднезернистые разности К 50/100 и мелкозернистые—К 70/140. На ряду с этим имеются марки К 40/70 и Т 40/70. Встречаются также тощие пески Т 30/50 и Т 50/100. Среди полужирных песков выявлены марки П 40/70, П 50/100 и П 100/200.

Пески марок К 40/70, Т 30/50, Т 40/70, П 40/70 годны для крупного чугунного литья. Пески марок К 50/100, Т 50/100, П 50/100 годны для среднего чугунного литья. Марки К 70/140, Т 70/140 могут найти себе применение для мелкого чугунного и цветного литья. Кроме того имеются пески (П. А. В ар д а н я н ц, 1941), обладающие огнеупорностью больше 1750° С, которые могут быть использованы для мелкого стального литья. Марки К 50/100 и П 100/200 почти неотличимы от Люберецких и Тамбовских песков.

Туганское месторождение относится к числу крупных и наиболее перспективных месторождений кварцевых песков, которые необходимо продолжать разведывать с целью дальнейшего расширения площади месторождения, выявления запасов более высоких категорий и обнаружения песков для оптической промышленности.

Месторождение 81 километр представляет собой пример другого типа месторождения песков Туганской продуктивной формации. Они ценны, главным образом, как формовочные пески. Данное месторождение располагается на месте действующего Асиновского балластного карьера на 81 км железнодорожной линии Томск—Асино. Карьер врезан в левый коренной берег рч. Кутатки у слияния ее с р. Итаткой, левым притоком которой она является. В карьере проложены жел. дор. подъездные пути.

Летом 1940 года балластная толща карьера была разведана В. С. Рымаревым. В 1941 году месторождение посетил П. А. Варданянц. Он произвел опробование песков, подстилающих балласт, и выявил здесь тощие марки формовочных песков. Само месторождение его не заинтересовало и он в качестве более перспективных выделил Копыловское и Туганское. В 1943 году пески месторождения 81 километр изучал автор. Им были проведены разведочные работы и даны запасы по категориям С и В.

Продуктивная толща формовочных песков залегает в подошве карьера и вскрыта буровыми скважинами и шурфами. Она пройдена на 9,7 м и представляет собой светлосерые и светложелтые кварцевые и кварцево-полевошпатовые пески, преимущественно среднезернистые и мелкозернистые с маломощными линзовидными прослоями белых и серых глин. Эти пески, как по своему внешнему виду, так и по данным литолого-минералогического анализа (Л. А. Рагозин, 1944) обнаруживают сходство с песками Туганского месторождения.

На неровно размытой поверхности этих слоев лежат песчано-гравийные отложения мощностью около 10 м, относимые к Асиновским слоям (Л. А. Рагозин, 1944) и разрабатываемые в качестве путевого балласта.

Химический анализ песков данного месторождения, взятых из скважины № 5 с глубины 4,4—4,5 м, характеризуется нижеследующим составом:

| H <sub>2</sub> O | ппп  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO   | Сумма щелоч. | TiO <sub>2</sub> | Сумма  |
|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|--------------|------------------|--------|
| 0,20             | 0,34 | 93,98            | 3,26                           | 1,30                           | 0,28 | н/обн | 1,23         | следы            | 100,39 |

Пески были подвергнуты детальным исследованиям для выяснения пригодности их к изготовлению формовочных земель. Маркировка песков, произведенная согласно общесоюзного стандарта (ГОСТ 2138—43) показала преобладание тощих и полужирных крупнозернистых и мелкозернистых песков: Т 40/70, Т 70/140, П 40/70 и П 70 140.

Процентный выход марок составляет: Т 40/70—24,9%, П 70/140—23,1%, Т 70/140—13,8%, П 40/70—12,2%, П 50/100—7,7%, Т 50/100—6,4%, П 20/40—5,2%, Т 20/40—3,4%, Ж 70/140—1,9%, П 30,50—0,7%. Разнообразие марок указывает на частую смену зернистости в полезной толще.

Пески данного месторождения марки Т 40/70 годны для крупного чугунного литья. Пески марки Т 50/100 годны для среднего чугунного литья. Для крупного чугунного литья годны также пески марки П 40/70. Пески марки П 50 100 пригодны для среднего чугунного литья, а пески П 70/140 могут быть использованы для мелкого чугунного и цветного литья.

В данном месторождении в благоприятном сочетании находятся два рода полезных ископаемых: балласты и формовочные пески. Разработка балласта освобождает от вскрыши формовочные пески, которые остаются в подошве карьера и по которым обычно укладывают подъездные жел. дор. пути. Благоприятными являются также гидрогеологические условия, т. к. уровень рч. Кутатки располагается приблизительно на 30 м ниже подошвы карьера. Пески этого месторождения успешно эксплуатируются и используются заводами г. Томска.

Перспективы месторождения самые благоприятные, так как запасы песков могут быть намного увеличены. К самому месторождению подведена нормальная жел. дор. колея, кроме того отдельные разности песков могут быть пригодными для стекольного производства.

### Лагерносадская продуктивная формация

Поверх туганских отложений залегает Лагерносадская продуктивная формация. Ее разрезы можно наблюдать в известном обнажении под Лагерным Садам г. Томска (Л. А. Рагозин, 1944), откуда М. Э. Янишевским (1915) описана широколиственная флора, определенная им как миоценовая. Позднее В. А. Х а х л о в (1931) показал, что она имеет эоценовый возраст. П. А. Н и к и т и н (Л. А. Рагозин, 1944) на основании палеокарпологических исследований третичные слои под Лагерным Садам считает олигоценовыми.

Литологически Лагерносадская формация представлена, обычно, светложелтыми и серыми песками с прослоями серых глин,

мощность которых увеличивается в нижних горизонтах. В этих глинах местами встречаются пласты и линзы бурого угля, образующего ряд месторождений, например, Казанское, Ярское, Реженское и др. Мощность Лагерносадских отложений изменчивая и по видимому не превышает 30—40 м.

В минералогическом отношении, согласно исследованиям Н. П. Парвицкой, Лагерносадская формация характеризуется, по сравнению с Туганскими слоями, резким изменением комплекса минералов по содержанию группы эпидот-цоизит-клиноцоизит и роговой обманки. Спорадическими становятся дистен, андалузит, появляется апатит. Чаше фиксируется сфен. Коррелятивными минералами являются эпидот-цоизит и роговая обманка. Полевые шпаты бывают и сильно выветрелыми и совершенно свежими, зерна кварца слабо окатаны.

В пределах Томской области Лагерносадская продуктивная формация развита на сравнительно небольшой территории: около г. Томска по р. Томи и некоторым ее притокам: Большой Киргизке, Басандайке и др. Возможно также, что они присутствуют в составе третичных отложений Западной половины Томской области. Они залегают обычно, на элювии нижнекаменноугольных глинистых сланцев, реже на маломощных туганских отложениях, как это можно, например, наблюдать по большой Киргизке и Басандайке (Л. А. Рагозин, 1944). Перекрываются Лагерносадские слои галечниками четвертичных отложений.

Лагерносадская продуктивная формация также характеризуется развитием высокосортных формовочных и стекольных песков. В качестве примера можно привести Белобородовское месторождение.

Белобородовское месторождение кварцевых песков располагается в 15 км от г. Томска в 4 км на СВ от д. Белобородовой. Здесь издавна добывались стекольные пески для заводов на устье р. Томи, в Моряковском затоне и др. В настоящее время они разрабатываются как формовочные пески для одного из заводов.

Месторождение разведывалось в 1926 году Ф. Н. Шаховым, затем в 1933 году Ф. П. Волковым. В 1941 году П. А. Варданянц, изучавший месторождение, выявил здесь формовочные пески, преимущественно, марок Т 50/100 и К 50/100.

Геологический разрез месторождения можно наблюдать в ныне действующем карьере, где под вскрышей мощностью около 1 м залегают крупнозернистые светлосерые пески диагонального наложения с послойно меняющимся гранулометрическим составом; видимой мощностью около 5 м с линзовидными прослоями гравия.

По данным Ф. П. Волкова (1933) буровыми скважинами полезная толща песков прослежена на глубину порядка 10 м.

Химический анализ одной из типичных разностей песка из этого карьера показал нижеследующий состав, при глинистости в 14,27 %.

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 93,53 %          | 4,02 %                         | 0,23 %                         |

Такой состав характеризует их как хорошие стекольные пески.

Технологические испытания песков из этого карьера дали возможность произвести их маркировку по общесоюзному стандарту (ГОСТ 2138—43) формовочных песков. Они маркируются как полужирные П 70/40 и пригодны, в основном, для крупного чугунного литья.

Белобородовское месторождение, благодаря высокому качеству полезной толщи, малой вскрыше, близкому положению к р. Томи и к заводу-потребителю, заслуживает серьезного внимания, тем более, что оно имеет перспективы в отношении своего расширения.

### Асиновская продуктивная формация

Асиновская продуктивная формация залегает в основании четвертичных покровных пород междуречий на неровно размытой поверхности Лагерносадских или туганских отложений. Ее разрезы можно наблюдать в Асиновском балластном карьере на 81 км железнодорожной линии Томск—Асино, где под бурыми и светлобурыми суглинками мощностью 1,0—1,5 м залегают песчано-гравийные отложения, мощностью около 10 м с линзовидными прослоями галечника и серых глин. В окраске преобладают ржавые и буровато-желтые тона. Местами имеются конкреционные железомарганцовые стяжения темногобурого и черного цвета. Эта толща была выделена (Л. А. Рагозин, 1944) под названием Асиновских слоев. Залегает она с глубоким размывом на Туганских отложениях.

Литологический состав Асиновской формации, обычно, характеризуется галечником в основании с подчиненными ему линзами гравия и песка. Выше идут косослоистые пески светложелтого цвета с линзовидными прослоями глин, песка и реже гравия. Изредка также встречаются маломощные линзы бурого угля.



В минералогическом отношении, согласно исследованиям Н. П. Парвицкой (Л. А. Рагозин, 1944), Асиновские слои характеризуются кварцево-полевошпатовым составом, обилием темноцветных компонентов и определенными коррелятивными минералами, такими как эпидот-диозит, роговая обманка и гиперстен.

Повышенное содержание последних двух минералов отличает Асиновскую формацию от более молодых четвертичных отложений. Кроме того для Асиновской формации характерны турмалины с плеохроизмом от розового до черного цвета. Зерна легкой фракции хорошо окатаны.

В пределах Томской области Асиновская формация пользуется широким распространением в системе р. Томи, нижнего течения р. Чулыма, по р. Оби, а также в системе ее левых притоков в западной половине Томской области.

Возраст Асиновской формации устанавливается как нижечетвертичный на основании определений П. А. Никитина (Л. А. Рагозин, 1944), изучившего палеонтологические остатки в опорных обнажениях по р. Большой Киргизке около д. Конинино и по р. Оби у села Кривошеино (П. А. Никитин, 1940).

Стекольных песков в составе Асиновской продуктивной формации неизвестно. Формовочные пески встречаются, но отличаются низким качеством. Эти пески в основном можно использовать для строительных целей и для балласта, если они обогащены гравием. В качестве наиболее характерного месторождения можно привести Каштак.

К а ш т а к представляет собой месторождение песка, расположенное в черте г. Томска у пересечения Дальне-Ключевской и Большой Подгорной улиц. В основании обрыва высотой около 25 м залегают мелкозернистые, диагонально наслоенные пески с многочисленными глинистыми прослоями, мощностью порядка 10 м.

Месторождение было опробовано П. А. Варданянцем в 1941 году и маркированы как полужирные формовочные пески. П 70/140. Последующие исследования (Л. А. Рагозин, 1944) выявили слой песка мощностью в 1,2 м, которые можно маркировать как К 70/140. Этот песок имеет глинистое составляющее — 1,03% и характеризуется нижеследующим составом:

| $\text{SiO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| 81,75%         | 9,01%                   | 2,39%                   |

Попытки использовать эти пески для литья Томскими заводами дали отрицательные результаты, ввиду большого процента.

брака, который при этом получался, вследствие сильного пригара, низкой газопроницаемости и малой прочности песка. Поэтому данное месторождение может быть рекомендовано только для эксплуатации строительных песков.

### Продуктивная формация боровых террас

Продуктивная формация боровых террас стратиграфически связана с низкими надпойменными террасами, имеющими сниженные уровни со вторичным переотложенным песчаным покровом, обычно вздутым в дюны (Л. А. Рагозин, 1944). Эти дюны в настоящее время поросли сосновым бором.

Формовочные и стекольные пески, связанные с этой формацией согласно исследованиям Н. П. Парвицкого, характеризуются кварцево-полевошпатовым, реже кварцевым составом. Они обычно пылеваты, хорошо окатаны и содержат большое количество темноцветных компонентов. От Асиновских отложений пески боровых террас отличаются более высоким содержанием кварца, отсутствием цоизита, пониженным количеством гиперстена и роговой обманки и преобладающим содержанием эпидота.

Описываемая продуктивная формация пользуется наиболее широким распространением и развита почти во всех речных долинах Томской области.

В качестве примера наиболее характерного месторождения можно привести Моряковский затон.

Моряковский затон представляет собой месторождение песка, расположенное на левом берегу р. Томи у стекольного завода „Красная Сопка“ южнее Моряковского затона.

Пески этого месторождения добываются из мелких ям, разбросанных на территории возле завода радиусом до 5 км. Закопушки обычно бывают приуроченными к берегам небольших заболоченных озер. В одной из таких закопшек, расположенной в 1,5 км на СВ от стекольного завода в сосновом бору, под вскрышей в 1,0 м обнаружен пласт светлосерого песка видимой мощности в 1,5 м.

Изучение пробы этого песка показало, что они могут быть отнесены к кварцевым формовочным пескам К 70/140 и являются пригодными для мелкого чугунного и цветного литья. Эти же пески разрабатываются для стекольного производства.

Месторождение требует дальнейшего изучения.

### Продуктивная формация поймы

Продуктивная формация поймы является самой молодой. Это будут песчаные отложения поймы и связанные с ними постепенными переходами песчаные образования на островах и косах в русле ре-

ки. Они характеризуются обычно глинистыми средне- и мелкозернистыми песками с разбросанной зерновой структурой, с большим количеством полевых шпатов и темноцветных компонентов. Иногда содержится большое количество слюды.

Как известно на р. Оби около г. Барнаула русловые пески употреблялись как формовочные. Следовательно, среди них имеются разности, которые могут быть использованными в литейном деле. Поэтому чистые пески в руслах рек необходимо подвергать опробованию. На севере и в западной половине Томской области среди песков данной продуктивной формации могут быть обнаружены не только формовочные, но и стекольные пески.

Сенно-Курьинское месторождение является примером подобных залежей песков. Оно располагается на левом берегу р. Томи против обнажения Лагерный Сад. Под глинистой вскрышей мощностью порядка 2—3 м залегают темносерые, мелкозернистые глинистые пески видимой мощностью 1,2 м. Они добываются для строительных целей. Как формовочные использованы быть не могут.

### Поисковые критерии

Основным поисковым критерием при изыскании кварцевых песков: стекольных и формовочных, должны служить наиболее перспективные продуктивные формации. Таковой является в первую очередь Туганская формация, к которой относятся два наиболее крупные месторождения кварцевых песков Томской области: Туганское и 81 километр. На территории области эта формация пользуется широким распространением в южной ее части, где сконцентрировано большинство предприятий.

Далее на север и северо-запад большее значение будет приобретать Лагерносадская и более молодые продуктивные формации. Чтобы воспользоваться этим поисковым критерием необходимо произвести картирование наиболее перспективных продуктивных формаций.

При поисках месторождений стекольных и формовочных песков необходимо руководствоваться также положением валообразных структур, с осевыми частями которых связано близкое залегание к дневной поверхности той или другой продуктивной формации под небольшой вскрышей четвертичных пород.

Таким образом новые месторождения стекольных и формовочных песков надо искать на территории развития той или другой продуктивной формации около осевой части валообразной структуры, где можно ожидать наименьшую вскрышу.

## Заключение

Продуктивные формации стекольных и формовочных песков Томской области связаны с рыхлыми мезо-кайнозойскими отложениями.

Древнейшей, продуктивной формацией является Медведчиковская, имеющая верхнемеловой возраст. К ней принадлежит Усманское месторождение мелкозернистых кварцевых песков с обильным каолиновым цементом.

Наиболее перспективной является более молодая Туганская продуктивная формация, предположительно отнесенная к верхнему мелу. С ней связаны такие крупные месторождения высококачественных стекольных и формовочных песков как Туганское и месторождение 81 километр, где разрабатываются кварцевые пески, для заводов г. Томска.

Вышележащая Лагерносадская продуктивная формация относится к эоцену. К ней относится, например, такое крупное месторождение стекольных и формовочных песков как Белобородовское.

Асиновская продуктивная формация имеет нижнечетвертичный возраст. С ней связаны, главным образом, балласты и строительные пески.

Более перспективной является продуктивная формация боровых террас, к которой относится, например, такое месторождение стекольных песков как Моряковский затон.

Наконец, наиболее молодой продуктивной формацией является формация поймы, могущая иметь значение только для северных и северо-западных районов Томской области.

Поиски новых месторождений стекольных и формовочных песков надо вести на территории распространения той или другой продуктивной формации, вблизи осевой части определенной валобразной структуры, где можно ожидать наименьшую вскрышу.

Таким образом геологические работы по опробованию и поискам месторождений кварцевых песков, проведенные на территории Томской области, показали, что ее недра таят в себе неисчерпаемые запасы формовочных и стекольных песков. Из целого ряда месторождений были выбраны наиболее крупные, тяготеющие к гор. Томску. Таковыми оказались: Белобородовское, Копыловское, Туганское и 81 километр. Последнее месторождение вполне разрешило, поставленную во время Великой Отечественной войны проблему снабжения заводов г. Томска формовочными песками. Туганское же месторождение может обеспечить заводы г. Томска стекольными песками.

## СПИСОК УПОМЯНУТОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А н а н ь е в А. Р.—Материалы к стратиграфии меловых отложений Чулымо-Енисейского бассейна. Тезисы и рефераты докладов IV конференции молодых ученых г. Томска. Томск 1944 г.
  2. В а с и л ь е в А. А.—Материалы по малым полезным ископаемым Томско-Маринского района. Изв. Сиб. Отд. Геолкома том. VI, вып. 4, 1927.
  3. Д р а н и ц ы н Д. А.—Материалы по почвоведению и геологии западной части Нарымского края. Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России ч. 1, вып. 1, 1915.
  4. Ж у к о в Л. Н.—Пески. Полезные ископ. Зап.-Сиб. кр. изд. ЗСГУ г. Новосибирск, 1934.
  5. К о р о в и н М. К.—Очерк геологич. строения и полезных ископ. Томского округа Тр. Об-ва Изуч. Томского края. Вып. 1, 1927.
  6. Н и к и т и н П. А.—Четвертичные семенные флоры берегов р. Оби. Материалы по геол. Зап. Сибири № 2, 1940.
  7. П о п о в В. С.—Полезные ископаемые окрестностей г. Томска. Разведка недр. № 13 1939.
  8. П о п о в В. С.—Полезные ископаемые г. Томска Тр. Н. Конф. по изучению и освоению производительных сил Сибири. Т. II. 1940.
  9. Р а г о з и н Л. А.—Геологический очерк района трассы Ачинск—Енисейск. Материалы по геологии Зап. Сиб. края. Вып. 30, 1936.
  10. Р а г о з и н Л. А.—Мезозойские отложения р. Кии. Вестник ЗСГТ Вып. № 1, 1938.
  11. Х а х л о в В. А.—Остатки верхнемеловой флоры Томского округа изв. Зап. Сиб. ГРУ том X, 1930.
  12. Х а х л о в В. А.—Третичная флора Томского округа. Изв. Зап.-Сиб. ГРУ том. XI, 1931.
  13. Х а х л о в В. А.—Об угольных перспективах Томского района. Вестник ЗСГГТ № 1, 1933.
  14. Я н и ш е в с к и й М. Э.—Глинистые сланцы, выступающие около Томска. Тр. Геолкома Нов. Сер. В. 107, 1915.
  15. Я н и ш е в с к и й М. Э.—О миоценовой флоре окрестностей Томска Тр. Геолкома Нов. Сер. В. 131, 1915.
-

---

КЭ02729

Сдано в набор 28/III-1946 г.

Подп. к печати 17/VI-1946 г.

Заказ № 1055

Знаков в печ. л 46080

Объем 51 $\frac{1}{8}$  п. л., авт. 5 $\frac{9}{10}$

Тираж 1000 экз.

Цена 15 руб.

---

Томск, типогр. изд-ва „Красное Знамя“. Советская, 47.