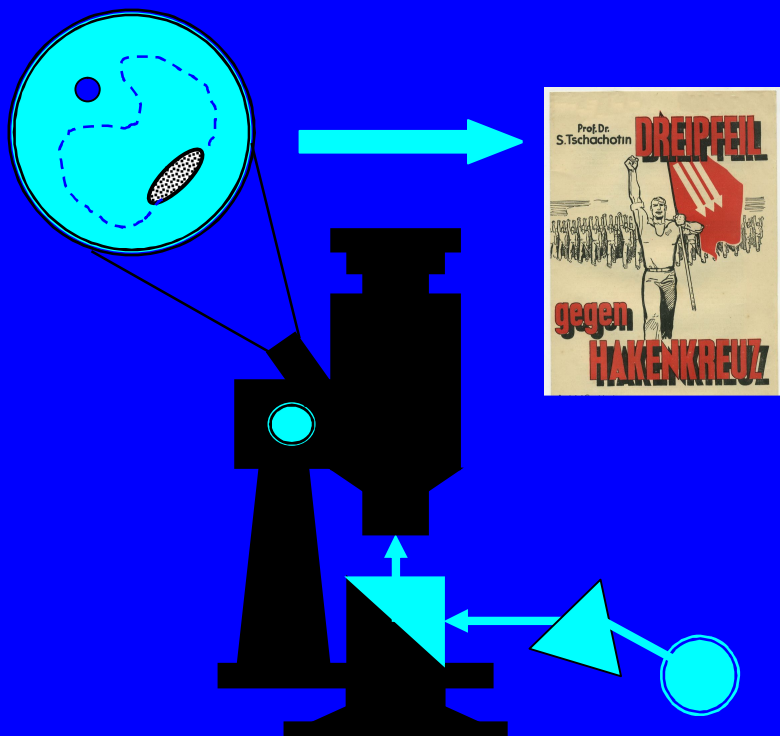


Юрий ПОСУДИН

СЕРГЕЙ ЧАХОТИН

НАУЧНАЯ И
ОБЩЕСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ



ЮРИЙ ПОСУДИН

СЕРГЕЙ ЧАХОТИН
НАУЧНАЯ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Под общей редакцией П.С. Чахотина

Киев 2015 г.

УДК 579-051((47+57)-89)(092)
ББК 28.4г(2)Чахотін
П63

Посудин Ю.И.

П63 Сергей Чахотин. Научная и общественная деятельность. – К.: Артмедіа
прінт, 2015. – 126 с.: Іл.

ISBN 978-966-97453-1-6

Рассмотрены биографические сведения и основные этапы научной и общественной деятельности выдающегося ученого Сергея Чахотина, впервые использовавшего сфокусированное ультрафиолетовое излучение для воздействия на клетку и разработавшего целую серию уникальных методов и инструментов для операций над микрообъектами. Показана перспективность идей С. Чахотина в современных научных исследованиях.

Попав в гущу политических, военных и социальных событий в Европе, наблюдая становление тоталитарных режимов, Сергей Чахотин активно занимался проблемами социальной психологии с использованием концепции условных рефлексов и инстинктов, изучением особенностей поведения больших масс людей, выяснением механизмов превращения этих масс в толпу и управления ею лидерами с помощью средств политической пропаганды.

Сергей Чахотин приходит к выводу, что великие идеи свободы, мира, милосердия должны стать неотъемлемой частью нашей природы, рефlekсами, закрепленными глубоко в каждом человеческом существе. И достижение этой цели возможно путем разумного формирования соответствующих условных рефлексов, пропаганды, и, прежде всего, образования.

ББК 28.4г(2)Чахотін

ISBN 978-966-97453-1-6

© Юрий Посудин, 1995, 2005, 2015
© Петр Чахотин на фотографии



Спаси Коммунизм,
Ленин.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Бурное развитие науки, которым ознаменовалось начало XX-го столетия, стимулировало появление новых экспериментальных и методических подходов к исследованию биологических объектов. Открытие явления радиоактивности, природы рентгеновского излучения, развитие квантовой теории – все это позволило подойти с новых позиций к вопросам изучения процессов жизнедеятельности живых организмов.

В свете этих преобразований в науке, в том числе и на стыке различных дисциплин, особенно яркими представляются жизнь и научная деятельность Сергея Степановича Чахотина – выдающегося биофизика, неутомимого новатора, впервые использовавшего сфокусированное ультрафиолетовое излучение для воздействия на клетку, разработавшего серию уникальных приборов для работы над микрообъектами, заложившего основы целого ряда приемов экспериментальной цитологии, эмбриологии, физиологии. С именем этого ученого связаны успехи современной биофизики, особенно таких ее направлений, как лазерная фотобиология, радиобиология, электрофизиология. Именно о нем писал великий Альберт Эйнштейн: “Я знаю лично профессора Чахотина как очень серьезного ученого, преследовавшего свои научные цели с энергией и не падая духом, несмотря на очень большие внешние помехи”.

К сожалению, деятельность С.Чахотина не получила должного отражения в нашей научной и общественной литературе. Вот почему появление исследования Ю.И.Посудина, посвященного освещению основных этапов жизненного пути и творческой деятельности Сергея Чахотина, можно только приветствовать.

Т.М.ТУРПАЕВ, академик Российской академии наук

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

В 1979-1980 годах мне посчастливилось пройти научную стажировку в Институте биофизики Центра Национальных Исследований (CNR), г. Пиза, Италия. Я принимал участие в таком исследовании, как лазерная микроспектрофлуориметрия фотопигментов *in vivo* водоросли *Euglena gracilis*.

Эта водоросль проявляет двигательные реакции на изменения внешнего освещения. В этих реакциях *E. gracilis* на внешние световые условия особую роль играет паражгутиковое тело – специфическая органелла, выполняющая функции фоторецептора. Эта органелла имеет довольно малые ($1 \times 0,3 \times 0,4$ мкм) размеры, так что процедура ее выделения и идентификации пигментов является не простой задачей.

Поэтому для идентификации пигментов, находящихся в паражгутиковом теле *E. gracilis*, был использован лазерный спектрофлуориметр, состоящий из перестраиваемого по частоте лазера на красителях, люминесцентного микроскопа и системы регистрации. Исследование индуцированного лазером спектра возбуждения флуоресценции паражгутикового тела *E. gracilis* позволило установить флавиновую природу этого фоторецептора.

Естественно, я как молодой стажер, занялся библиографическим поиском. Среди ряда авторов, связанных с техникой микрооблучения клетки, мне неоднократно попадалось имя Сергея Чахотина¹.

Когда я вернулся домой, я попытался выяснить более детально роль этого ученого в науке. Но что меня удивило – я не нашел в советской литературе абсолютно никаких сведений о С.Чахотине. Позднее я понял, что политическая активность ученого не всегда совпадала с идеологическими установками советского режима, и на его имя был наложен запрет. Но тогда я этого не знал и начал поиски...

Я как лектор обратился за помощью к своим студентам. Через некоторое время у меня была копия газетной статьи, где упоминались имена и организации, связанные с Чахотиным. Это облегчило поиск. Впервые, я узнал, что в Алма-Ате находился А.С.Данилов – уникальный человек, который собирал сведения о всех выдающихся ученых. Напомню, что тогда Интернета еще не было, и он делал это вручную, составляя картотеки. Я обратился к нему и он любезно предоставил адрес Института

¹В литературе можно встретить такие варианты фамилии ученого: Tchakhotine, Tschakhotin, Chakotin, Chakhotin, Ciacotin, Tchakhotin, Chacotine.

цитологии АН СССР (г. Ленинград), в котором С.Чахотин работал после возвращения из-за границы. Туда я немедленно отправил письмо. Через некоторое время ученый секретарь этого Института прислал мне копию личного дела С.Чахотина. Здесь были и сведения биографического характера, и список научных публикаций ученого, позволившие установить основные вехи жизненного пути, общественной и научной деятельности замечательного биофизика, физиолога, микробиолога и общественного деятеля Сергея Степановича Чахотина. С приходом в жизнь Интернета информация стала более богатой.

В результате вышли в свет книга “Биофизик Сергей Чахотин” (Киев, Изд-во НАУ, 1995.- 80 с.) и ее электронный вариант (Пушино: Электронное издательство “Аналитическая микроскопия”. Под ред. проф. А.Ю.Буданцева. 2005.-51 с.)

Вместе с тем автор хотел бы уделить большее внимание общественной деятельности Сергея Степановича Чахотина, который активно занимался проблемами социальной психологии, наблюдением особенностей поведения больших масс людей, выяснением механизмов превращения этих масс в толпу и управления ею лидерами с помощью средств пропаганды.

Именно поэтому название второго издания книги изменено – вместо “Биофизик Сергей Чахотин” предлагается “Сергей Чахотин. Научная и общественная деятельность”.

Фотографии, представленные в данной книге, любезно предоставлены семьей С.С.Чахотина; рисунки в разделе III заимствованы из оригинальных работ С.С.Чахотина.

Юрий Посудин

Профессор Юрий Иванович Посудин – первый автор, опубликовавший на русском языке книгу о Сергее Степановиче Чахотине, которого мир науки заслуженно считает первым ученым-биофизиком на заре двадцатого века. В книге удачно сочетаются подробные биографические сведения с научной деятельностью моего отца. Я выражаю большую признательность автору книги за проведенную серьезную работу и убежден в том, что она вызовет немалый интерес у тех, кто ее прочтет.

Петр Чахотин

I. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ БИОГРАФИИ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

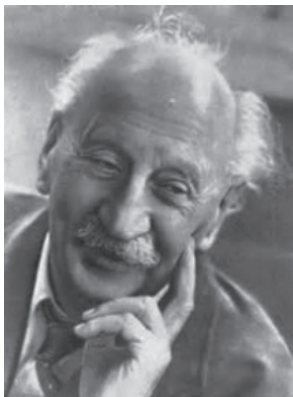
*“... Люблю я мирные ряды
лабораторных ламп зеленых,
и нестроту таблиц мудреных,
и блеск приборов колдовской.
и углубляться день-деньской
в колодец светлый микроскопа...”*

(В.Набоков, “Университетская
поэма“, 1927 г.)

Сергей Степанович Чахотин родился 13(26) сентября 1883 г. в Константинополе в семье российского драгомана (секретаря-переводчика) Степана Ивановича Чахотина.

В десятилетнем возрасте он переезжает в Одессу, где учится в Третьей гимназии, проживая в пансионе. С 1899 по 1900 год находится из-за болезни в Италии. После окончания гимназии с золотой медалью в 1901 г. поступает в Московский университет на медицинский факультет. Через год за участие в студенческих выступлениях был арестован.

Вот как сам С.Чахотин описывает этот период в предисловии к книге Л.В.Боброва “Тени невидимого света” (М., Атомиздат, 1964 г.): “Исключенный из Московского университета, я выбрал по совету А.Ф.Иоффе для продолжения учебы Мюнхенский университет, в котором гремела тогда слава Рентгена – прошло 6 лет со времени открытия им X-лучей.



А.Ф.Иоффе (17 (29) октября 1880 – 14 октября 1960). Российский и советский физик. Место работы Петроградский (Ленинградский) политехнический институт. Основатель Ленинградского физико-технического и Агрофизического институтов. Выдающийся специалист в области электромагнетизма, радиологии, физики кристаллов, термо- и фотоэлектричества.



Дело Департамента полиции, заведенное на С. Чахотина в связи с его участием в студенческой сходке 10 февраля 1902 г. и прошение императору Николаю II о смягчении наказания [Сорокина, 2007]

Его Императорскому
Величеству
Государю Императору

Прочтение

Бывшему студенту
Императорского Московского
Университета, бывшего
студента Императорского
Величества, Сергея
Антоновича ЧАХОТИНА

Будучи арестован 10 февраля 1902 года, испытывая прелесть Ваше Императорское Величество о смягчении, если возможно, моей участи в виду того, что попал в не складку 9 февраля в Импер. институте, при молодости и глубоко раскаявшись в этом; на в своем присутствии в Императорском и не проявляю удачи и своему противозаконному не сопротивляюсь, как Императорскому Величеству и пожеланию беспощадности против Вашего Императорского Величества и надеюсь на то, что проявлю и своим участием в виду моей молодости, тем и исхожу из тюрьмы.

Императорскому Величеству
подданной
Сергей Чахотин

На его лекциях громадная аудитория была всегда переполненной“. И далее: “именно Рентгену я обязан тем, что исследовательский дух, царивший в его лаборатории, обострил во мне, биологе, интерес к физике и привел к открытию принципа и разработке методики микропучка ультрафиолетовых лучей как средства микроопераций над клетками“.

Вильгельм Рентген (27 марта 1845 г. – 10 февраля 1923 г.) – выдающийся немецкий физик, получивший и обнаруживший коротковолновое электромагнитное излучение, называемое рентгеновским.

За это открытие В. Рентген получил первую Нобелевскую премию по физике в 1901 году.



В Германии Чахотин учится на медицинском и естественно-научном факультетах сперва в Мюнхене, затем в Берлине и Гейдельберге, специализируясь по физике, химии, зоологии, физиологии.



Мюнхенский университет Людвига-Максимилиана – высшее учебное заведение в Германии, с которым связаны имена таких Нобелевских лауреатов как Вильгельм Конрад Рентген, Макс Планк, Вернер Гейзенберг, Отто Ганн.

Среди учителей его, кроме В.К.Рентгена, который по словам Чахотина, *“...был, можно сказать, самым честным, самым безукоризненным человеком...”* нужно назвать химика А.Байера, занимавшегося проблемами синтеза индиго, изучением соединений группы мочевой кислоты и ацетилена, устойчивости различных циклических соединений углерода, свойств неопределенных соединений (в 1905 г. Байеру была присвоена Нобелевская премия); биохимика А.Косселя, открывшего в 1896 г. гистидин, исследователя протаминов и гистонов, лауреата Нобелевской премии 1910 г.; братьев Гертвигов – Оскара, биолога, автора трудов по морфологии беспозвоночных, цитологии и эмбриологии, применившего новые экспериментальные методы в эмбриологии, и Рихарда, зоолога и эмбриолога, сформулировавшего закономерности объемных соотношений ядра и протоплазмы; Т.Энгельманна, занимавшегося вопросами физиологии нервной и мышечной систем, зрения, сердца. Эти ученые, использовавшие новаторские методы в своей деятельности, несомненно влияли на формирование научного мировоззрения С.Чахотина.

В 1906 г. С. Чахотин женился на Эмме Гаас, с которой он отправился в свадебное путешествие на остров Корсика.



Иоганн Фридрих Вильгельм Адольф фон Байер (31 октября 1835 г. – 20 августа 1917 г.) – немецкий химик-органик, который синтезировал индиго. Лауреат Нобелевской премии по химии 1905 г.

Альбрехт Коссель (16 сентября 1853 г. – 5 июля 1927 г.) – немецкий биохимик и физиолог. Был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине в 1910 г. за свои исследования клеточной биологии, химического состава клеточного ядра и за свою работу по выделению и описанию нуклеиновых кислот.





Оскар Гертвиг (21 апреля 1849 г. – 25 октября 1922 г.) – немецкий биолог. Основатель и директор анатомического института Берлинского университета (1888—1921). Основные труды в области морфологии беспозвоночных, цитологии и эмбриологии. Одним из первых применил экспериментальный метод в эмбриологии.

Рихард Вильгельм Карл Теодор фон Гертвиг (23 сентября 1850 г. – 3 октября 1937 г.) – немецкий биолог. Основные научные работы относятся к морфологии кишечнополостных и сравнительной эмбриологии. Изучал биологию лучевиков, солнечников, инфузорий.



Теодор Вильгельм Энгельман (14 ноября 1843 г. – 20 мая 1909 г.) – немецкий ботаник, физиолог, микробиолог. Энгельман изобрел и усовершенствовал много приборов для физиологических исследований и выработал методы этих исследований (например, метод микроспектрофотометрии).

В 1907 г. С. Чахотин окончил Гейдельбергский университет с высшим отличием ("summa cum laude"), защитив диссертацию "Die Statocyste der Heteropoden", посвященную исследованию структуры и физиологии органов равновесия у киленогих моллюсков. За эту работу автору присваивают ученую степень доктора философии.



С Гейдельбергом связаны годы студенческой учебы С. Чахотина; в 1907 г. он закончил Гейдельбергский университет с высшим отличием ("summa cum laude"). Здесь же он исследует проблемы зоологии с проф. О.Бючли и онкологии с проф. В.Черни.

Постоянный интерес С. Чахотина, так же как и других русских ученых, привлекал залив Вильфранш (фр. Villefranche-sur-Mer, ит. Villafranca Marittima), где была создана "русская зоологическая станция" [Dolan, 2014]².

²История этого местечка, расположенного возле Ниццы, тесно переплетена и с Италией, и с Францией. В 1860 г. оно было передано Франции в соответствии с договором между двумя странами. К концу XIX века Россия создала здесь военно-морскую базу, а на основе старой карантинной станции – океанографическую лабораторию. В научной литературе можно встретить и итальянское (Виллафранка), и французское (Вильфранш-сюр-Мер) название местечка.

Российский ученый Сергей Фокин из Санкт-Петербургского государственного университета описывает историю зоологической станции в Виллафранке возле Ниццы, Франция [Fokin, 2008]: “в 1850-1870 гг. западноевропейские и российские натуралисты частным образом проводили зоологические исследования на участках вдоль Средиземного моря (Мессина, Неаполь, Ла-Специя, Вильфранш-сюр-Мер, Марсель, Баньюльс-сюр-Мер), а также в некоторых других морских участках.



**Зоологическая станция, Вильфранш-сюр-Мер,
Франция, которую неоднократно посещал Сергей Чахотин**
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Виллафранкская_зоологическая_станция].

Среди российских визитеров были не только студенты и магистры, но и опытные зоологи: А.О.Ковалевский, В.А.Вагнер, В.В.Саленский, М.А.Мензбир, К.С.Мережковский, В.Н.Львов, А.Н.Северцов, В.М.Шимкевич, Д.Д.Педащенко, М.Н.Римский-Корсаков, Е.А.Бихнер, Н.А.Иванцов, Н.В.Насонов, А.К.Мордвилко, В.В.Редикорцев, П.П.Сушкин, Б.В.Сукачев, А.А.Остроумов, Б.А.Сварчевский, Ю.Н.Вагнер, Н.К.Кольцов, Н.А.Ливанов, С.А.Зернов, М.М.Новиков, С.С.Чахотин и др. [Davidoff and Spitschakoff, 1911]”.

С. Чахотин посещал русскую зоологическую станцию в Вильфранш-сюр-Мер несколько раз (сначала в качестве студента в 1904, 1905 и 1906 гг.). С 1904 по 1938 г. С. Чахотин проводил также исследования на морских биологических станциях в Триесте, Неаполе, Гельголанде, Монако и др.

В 1907 году 24-летний Сергей Чахотин приезжает с семьей в Мессину по приглашению своего друга итальянского профессора Альберико Бенедиченти, где он занимается изучением многоклеточных морских организмов, обитающих в Мессинском заливе.

Рано утром (5:20-5:21) 28 декабря 1908 в г. Мессина (Сицилия, Италия) произошло землетрясение магнитудой 7,1 балла по шкале Рихтера.



Город Мессина был почти полностью разрушен в 1908 г.

Основной толчок, который длился 30-40 секунд, вызвал разрушения в 300-километровой зоне. Землетрясение вызвало появление цунами; 12-метровая волна привела к еще большим опустошениям. Около 91% зданий было разрушено; 70000 жителей погибли [The Messina 1908 earthquake].

На помощь жителям Мессины пришли моряки с кораблей русской гардемаринской эскадры под командованием контр-адмирала В.И. Литвинова, совершавшей учебное плавание.



На помощь жителям Мессины пришли русские моряки.

В результате землетрясения С.Чахотин оказался заживо погребенным под обломками собственного дома, где он провел 12 часов. Ощущения человека, оказавшегося в экстремальной ситуации на грани жизни и смерти он описал в своих воспоминаниях “Под развалинами Мессины”: *“Я ползу, прижимаюсь, цепляюсь, подтягиваюсь, воздуха все больше, вокруг хаос обломков, доски с торчащими гвоздями, солома, стропила, сломанные, расщепленные, черепица, ржавые листы железа, все точно застыло в каком-то диком вихре.*

Вот, вот уже близко... близко... я выбрался... я на крыше”.

Оригинал очерка на русском языке долго хранился в семейном архиве, пока не был представлен Петром Чахотиным, сыном ученого, переводчику на итальянский, профессору Джузеппе Йанелло, для его издания.

Книга опубликована в Италии к столетию Мессинской катастрофы [Sergej Tchakhotine: Sotto le macerie di Messina. Racconto di un sopravvissuto al terremoto del 1908. Intilla editore Messina, 2008].

Презентация книги в Мессине прошла в 2008 году, а в России - в 2010 г. в Доме Русского Зарубежья имени А.Солженицына.



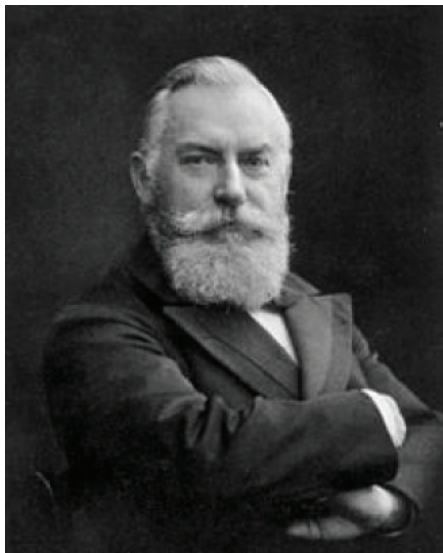
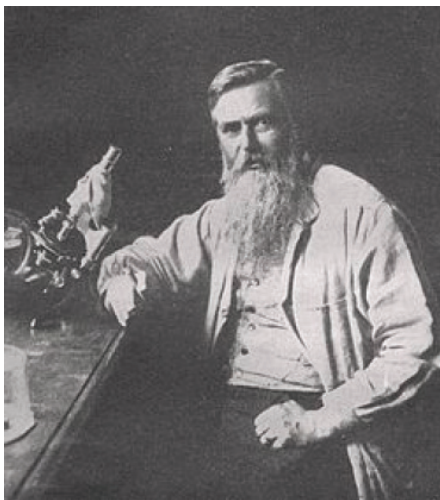
В презентации принимали участие Петр Чахотин, художник; Марина Сорокина, историк науки, Дом Русского Зарубежья им. А.Солженицына; профессор Александр Никонов, Институт физики земли РАН; д-р Джон Биггарт, историк, Великобритания.

После возвращения в Россию С.Чахотин оставляет в Одессе семью (двух малолетних сыновей и беременную жену Эмму), недолго работает в Казанском университете, после чего опять едет в Гейдельберг, где занимается проблемами зоологии (проф. О.Бючли) и онкологии (проф. В.Черни) и создает в 1912 г. у Цейса свой знаменитый прибор для оперирования клетки ультрафиолетовым микропучком.

В конце 1912 г. молодого ученого приглашает Иван Петрович Павлов – знаменитый физиолог, сочетавший в себе способности и к теоретическому анализу, и к экспериментальной деятельности.

Создав из своих учеников и последователей научную школу, И.П.Павлов писал: "...Если я возбуждал, направлял и концентрировал нашу общую работу, то в свою очередь сам постоянно находился под влиянием наблюдательности и идейности моих сотрудников...". Работая в должности ассистента в Институте физиологии с 1912 по 1917 год, Сергей Чахотин реорганизует физиологическую лабораторию.

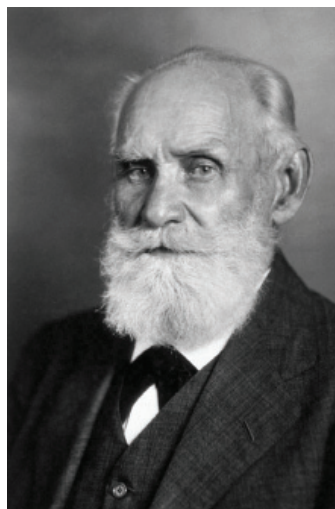
Отто Бючли (3 мая 1848 – 3 февраля 1920) – немецкий зоолог. Специалист в области цитологии и протистологии. Исследовал развитие беспозвоночных и насекомых. Многие из групп простейших были впервые описаны им.



Иван Петрович Павлов (26 сентября 1849 – 27 февраля 1936) – русский физиолог, основоположник науки о высшей нервной деятельности. В 1870 году он поступил на физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета с тем, чтобы прослушать курс естествознания. Лауреат Нобелевской премии в области медицины и физиологии 1904 года.

Винценц Черни (19 ноября 1842 – 3 октября 1916) – немецкий хирург. Внес существенный вклад в онкологическую и гинекологическую хирургию.

В 1910 г. описал рассечение тканей с помощью электрического тока.



В эти же годы С. Чахотин несколько раз посещает русские морские биологические станции в Вильфранш-Сюр-Мер и в Неаполе с целью научных исследований.

Начинается Первая мировая война. С целью изучения потребностей промышленности в минеральном сырье и обнаружения месторождения запасов руды создается Комитет военно-технической помощи, в рамках которого была организована комиссия сырья и химических материалов. Руководит комитетом А.В.Ферсман, выдающийся геохимик и минералог. Активное участие в работе Комитета принимает и С.Чахотин.

В этот период ученый примыкает к Г.В.Плеханову, под руководством которого в 1914 г. возникает российская социал-демократическая организация “Единство”. С началом Первой мировой войны разногласия между Г.В.Плехановым и В.И.Ульяновым по поводу отношения к войне настолько обострились, что Плеханов образовал в 1914 году свою социал-демократическую группу, политические взгляды которой сводились к поддержке войны до победного конца, отрицанию возможности построения социализма в России. Идеология группы отражалась в газете “Единство”. Октябрьский переворот был встречен группой враждебно, в результате чего она распалась в 1918 г.

В 1915-1916 гг. С.Чахотин организует Комитет военно-технической помощи (КОВОТЕП) с целью мобилизации всех научных сил для военных нужд. После февральской революции он создает Комитет социально-политического просвещения при Временном правительстве; затем организует Совет депутатов трудовой интеллигенции [Сорокина, 2007], который выступал против захвата власти большевиками. Реакция последних не заставила себя долго ждать и в конце 1917 г. С.Чахотин уезжает на Дон, где работает сначала в Донском правительстве при атамане П.Краснове, а затем в политической администрации Добровольческой армии, где руководит отделом пропаганды “Осваг”.

ОСВАГ (ОСВедомительное АГентство) - информационно (осведомительно) - пропагандистский орган Добровольческой армии в период Гражданской войны в России.

Основано агентство в 1918 году генералом Деникиным. Основные задачи ОСВАГа заключались в информировании населения о Белом движении и его целях; распространении информации о преступлениях большевиков; увековечивании памяти о героях Белого движения; предоставлении сведений о текущем состоянии дел; конкуренции с большевистской пропагандой. Кроме С.Чахотина, с ОСВАГом сотрудничали такие представители российской интеллигенции как писатель Е.Н.Чириков, философ и правовед Е.Н.Трубецкой, художники И.Я.Билибин и Е.Е.Лансере, поэт С.А.Соколов.

В конце 1919 г. С. Чахотин уезжает за границу, разочаровавшись в Белом движении. С этого момента начинается самый длительный период эмиграции ученого, длившийся почти сорок лет.

Чахотин возвращается к научной деятельности. В Париже, благодаря поддержке ученых Дележу и Ру он получает субсидию от князя Монако Альберта I на проведение исследований на базе Океанографического музея в Монако. Этот музей (фр. Musée océanographique de Monaco) состоит из собственно музея и океанографического института. Океанографический музей был основан в 1889 году, а океанографический институт открылся в 1906 году.

Здесь С. Чахотин занимался ультрафиолетовым микрооблучением яиц морских ежей, получив интересные результаты, которые опубликовал в Известиях Парижской академии наук и Журнале Биологического Общества.



Океанографический музей в Монако.

В этот период ученый становится одним из шести членов общественно-политического движения “Смена веков”. Основные идеи этого движения в среде русской эмиграции 20 гг., находящейся под влиянием

временной либерализации политики советской власти и введения НЭП, отражены в сборнике “Смена вех” (Прага, 1921). Среди авторов сборника следует отметить Ю.В.Ключникова, Н.В.Устрялова (инициатора движения), С.С.Лукьянова, А.В.Бобрищева-Пушкина, С.С.Чахотина и Ю.Н.Потехина. Сменовеховство можно объяснить ностальгией патристически настроенных эмигрантов по родине.

В своей статье “В Каноссу!”, которая предназначалась для сборника “Смена вех”, С.Чахотин пытается дать свою политическую оценку роли российской интеллигенции в происходящих событиях [Чахотин, 1921]:

“... Мы не боимся теперь сказать: “Идем в Каноссу³! Мы были неправы, мы ошиблись. Не побоимся же открыто и за себя, и за других признать это”.

“Это признание не унижит нас, не может сломить нашего духа. Мы честно боролись до сих пор, так как считали, что это наш долг. События нам показали, что мы ошиблись, что путь наш лежал в неверном направлении. И, осознав это, увидя, что требуют от нас интересы родины, мы готовы сознаться в своей ошибке и изменить дорогу. Станем ли мы от того большевиками или коммунистами, как думают некоторые? Конечно нет. Коммунизм как практическая доктрина в современной обстановке по-прежнему остается для нас той же утопией, что и раньше, но он может и должен измениться, если хочет так или иначе войти в реальную жизнь; и во многом мы, интеллигенция, можем способствовать этому процессу”.

Основные идеи движения “Смена вех” нашли отражение также в одноименном журнале (Париж, 1921-1922), в газете „Накануне“ (Берлин, 1922-1924) и в журнале „Новая Россия“ (Москва, 1922-1926).

Так, газета “Накануне” продолжила идеологическую линию сборника “Смена вех”. Но редакция газеты “Накануне” уделяла особое внимание идее перерождения диктатуры большевиков в “трудовое государство”. Особые надежды возлагаются на “трудовую интеллигенцию” как активную силу, способную осуществить возрождение России [Биггарт, 2012]. На страницах этой газеты, которую разрешалось ввозить в Советскую Россию, имел место диалог между представителями эмигрантской и

³Каносса - старинный замок в итальянской провинции Реджио-Эмилия. С этим замком связаны исторические события 1076 года, когда римский папа Григорий VII (1073-1085) проклял и отлучил от Церкви немецкого императора Генриха IV (1050-1106), который объявил папу низложенным. Император, убедившись в своем проигрыше, отправился к папе на поклон в одежде кающегося грешника и ждал на коленях трое суток, пока глава Католической церкви не соизволил его принять и отпустить грехи.

советской интеллигенции. В газете печатались выдающиеся литераторы: М.Булгаков, В.Катаев, Е.Петров, К.Федин, Вл.Лидин, О.Мандельштам. В редакционную коллегию газеты входил С.Чахотин, литературное приложение редактировал А.Толстой.

Нетрудно представить, что было бы с С.Чахотиным, который считал коммунизм утопией, если бы он, поддерживая идеи "возвращенчества", вернулся в Советскую Россию. Пять членов движения "Смена вех" после возвращения из эмиграции были репрессированы.

В 1920 г. С.Чахотин работает в Институте общей патологии в Загребе, Хорватия, а через год становится профессором местного университета. Сложные взаимоотношения ученого с русской эмиграцией вынуждают его через год переехать в Италию. Здесь он, как корреспондент газеты "Накануне", участвует в Генуэзской конференции, освещая ее работу. На конференции С.Чахотин знакомится с Г.В.Чичериным, Л.Б.Красиным, В.В.Воровским, представляющими Советское государство при обсуждении экономических и финансовых вопросов. В этот период Я.Б.Красин приглашает С.Чахотина принять участие в организации советского торгпредства в Берлине. В 1922 г. С.Чахотин получает советское гражданство, но в 1925 г. из-за разногласий с руководством торгпредства он покидает данное советское представительство.

В эти годы С.Чахотин, не замыкаясь в рамках сугубо научной деятельности, пишет работы, посвященные научной организации труда: "Организация. Принципы и методы промышленности, торговли, общей администрации и политики" (Москва, 1923), "Европейская литература по научной организации труда" (Москва, 1924), "Рациональная организация научного исследования" (Париж, 1938) и др. В этих работах представлена программа возрождения России, основанная на принципах неотеизма. Тейлоризм – теория управления и научной организации труда, разработанная Ф.У.Тейлором (Frederick Winslow Taylor), с целью повышения экономической эффективности и производительности труда. Детально ознакомиться с идеями Чахотина относительно формирования "коллективов трудовой интеллигенции" и строительства социализма, основанного на применении системы Тейлора, можно в работе Д.Биггарта (2012).

В 1927 г. С.Чахотин уезжает в Геную, где работает в Фармакологическом институте Университета, занимаясь проблемами онкологии.

В 1930 году по предложению Альберта Эйнштейна ему присуждается премия Исследовательской корпорации (Research Corporation); в этом

же году он возвращается в Германию в Гейдельбергский Институт медицинских исследований.

Глубокий кризис, охвативший Европу после Первой мировой войны, стал причиной возникновения фашизма в 20-е годы.



Сергей Чахотин. Копенгаген, 1934 г.

Будучи в Италии, Чахотин наблюдал в 1922 г. марш фашистских отрядов на Рим, в результате которого в 1924 году король Италии передал власть Муссолини. Правящей партией стала Национальная фашистская партия. Слово фашизм происходит от итальянского *fascio* – “союз” (например, название политической радикальной организации Б.Муссолини звучит как *Fascio di combattimento* – “Союз борьбы”). Это слово, в свою очередь, восходит к латинскому *fascis* – “пук, пучок, связка”, которым, в частности обозначались символы власти в эпоху римской республики.

Успех марша на Рим отрядов Муссолини стимулировал активность германских ультраправых радикалов.

Еще в ранние 30-е годы руководство социал-демократической партии Германии (СДПГ) было подвергнуто критике функционерами партии за консерватизм и бюрократическую спячку, окостенение руководителей партии, скучную и неэффективную пропаганду, которая явно проигрывала нацистской пропаганде, вызывающей к чувствам и эмоциям людей. Для отражения нацистской опасности 16 декабря 1931 Сергеем Чахотиным, Карлом Мирендорфом и другими антифашистами был основан Железный фронт (нем. Eiserne Front). Именно тогда Чахотиным была создана эмблема Железного фронта – три стрелы, которые были направлены против врагов социал-демократии – национал-социализма и его лидера – Адольфа Гитлера.



В марте 1932 Чахотин, будучи специалистом в области психологии толпы и организации массовых демонстраций, становится руководителем предвыборной кампании в нескольких городах земли Гессен и использует разработанные им методы активной политической пропаганды с целью остановить приход к власти Гитлера и нацистов.

Сам Чахотин трактовал три стрелы как динамичный и агрессивный символ, аналог молнии или удара; тройной повтор стрелы усиливает действие, ассоциируется с коллективизмом. Применительно к рабочему движению он может быть связан с экономическим (профессиональные союзы), политически-культурном (партия) и физическим (рабочая самозащита) факторами [Чахотин, Интервью, 1933].



Пропагандистские материалы с использованием эмблемы Железного фронта.

В своих встречах с А.Эйштейном Чахотин выражает опасения, что отсутствие противодействия нацизму несомненно приведет к войне и тотальному разрушению. Он подчеркивает, что только психологическое оружие позволит успешно бороться с ним в Западной Европе. Что касается нацистской Германии, то вокруг нее ученый предлагает создать санитарный кордон.

Этот же период биографии ученого совпадает с приходом гитлеровской клики к власти. 30 января 1933 года президент Гинденбург назначил рейхсканцлером Гитлера.

24 марта 1933 г. в Германии вступил в силу “Закон о защите народа и рейха” (Gesetz zur Erhebung der Not von Volk und Reich), закон, предоставлявший Гитлеру чрезвычайные полномочия и конституционные основы для режима диктатуры. Принятие этого закона ознаменовало окончательный захват власти национал-социалистами в Германии.

Лидер СДПГ Отто Велс был единственным членом Рейхстага, который выступил против этого закона. Сразу же после принятия пресловутого закона СДПГ была запрещена, а ее лидер Отто Велс был лишен гражданства и нашел убежище сначала в Сааре, затем в Праге и Париже.

19 августа 1934 года, после смерти Гинденбурга, президентские полномочия главы государства были переданы Адольфу Гитлеру как “фюреру и рейхсканцлеру”.

Германия в то время представляла собой тоталитарное государство, доминирующей идеологией которого был национал-социализм, сочетавший в себе различные элементы социализма, национализма, расизма, фашизма и антисемитизма. Нацистский режим особое внимание уделял пропаганде как средству распространения своих идеалов.

Именно с этой целью в марте 1933 года кабинет рейхсканцлера Гитлера принял решение о создании имперского министерства народного просвещения и пропаганды во главе с Йозефом Геббельсом.

Чахотин, получив американский грант, работал в 1930-1933 гг. в недавно созданном Институте медицинских исследований кайзера Вильгельма в Гейдельберге. Помимо научной деятельности, он активно участвовал в поддержке политической борьбы немецких социал-демократов против нацизма. Реакция германской администрации на такие действия советского гражданина, находящегося в Германии, была предсказуема – несмотря на попытки некоторых выдающихся ученых коллег помочь ему, С. Чахотин был уволен из Института [Albrecht, 1987].

Полиция и группы нацистов произвели обыски в лаборатории и

на квартире С. Чахотина в период 6-10 марта 1933 г. Ученый вынужден был бежать в Данию 2 мая 1933 г., где устраивается на работу в Институт общей патологии.

В Дании С. Чахотин организовал перевод с немецкого языка ("Dreipfeil gegen Hakenkreuz") на датский ("Trepil mod Hagekors") своей книги "Три стрелы против свастики" в 1935 г. Здесь он пользуется популярностью среди датской молодежи.

В то же время ему приходится испытывать противодействие лидеров датской Социалистической партии, которые поддерживали лидеров СДПГ (в частности, Отто Велса), находящихся в изгнании в Праге.



Обложка немецкого издания книги "Три стрелы против свастики". 1935 г.

Вообще, С. Чахотин скептически относился к партийным социал-демократическим бонзам, которые пытались справиться с волной фашизма "старыми "марксистскими" догмами, скучной болтовней, слезливыми жалобами на готовящиеся ужасы и патетическими декламациями" [Чахотин, 1933].

Столкнувшись с оппозицией датских лидеров, Чахотин в начале 1934 года принимает решение переехать в Париж [Neil MacMaster, unpublished].

Там он занимается научной деятельностью в Институте эволюции,

в Профилактическом институте, в исследовательской лаборатории госпиталя "Леопольд Беллан", в Институте физико-химической биологии. Основными проблемами, с которыми ученый связывает свою научную деятельность, является микрооблучение клетки, изучение условных рефлексов по теории академика И.П.Павлова у одноклеточных микроорганизмов, этиология рака.

В этот период времени С.Чахотина посещают академики Л.А.Орбели (основоположник эволюционной физиологии), А.А.Богомолец (патолог-физиолог), М.П. Кончаловский (терапевт), проявившие живой интерес к новым методам исследований С.Чахотина. Ученый много работает, выступает на многочисленных конференциях по вопросам физиологии, цитологии, онкологии. Приглашается с научными докладами в Сорбонну (Париж), в Общество имени Фарадея (Лондон). Его научные успехи отмечаются премиями Французской Академии наук (1936 г.) и Парижской медицинской академии (1938 г.).

В период 1930-1936 гг. Францию охватил мировой экономический кризис, вызвавший не только спад промышленного производства, рост безработицы, но и политическую нестабильность. Активизировались партии правого толка и фашистские организации. Начало февраля 1934 г. ознаменовалось беспорядками в Париже. Лидер фашистской организации "Огненные кресты" де ля Рокк организовал марш ультраправых к Бурбонскому дворцу – резиденции Национального собрания, и на 20-тысячном митинге лидеры ультраправых открыто потребовали власти. В ответ на эти действия ультраправых Французская коммунистическая партия (ФКП) и Французская секция рабочего интернационала (СФИО) вывели на 25-тысячный митинг парижан. Последовали столкновения, жертвы, отставка правительства Э.Даладье.

В июле 1934 г. обе партии (ФКП и СФИО) подписывают Соглашение о единстве действий. Создаются предпосылки для организации Народного фронта (фр. Front populaire) – коалиции политических партий, призванной защищать демократическую форму правления в государстве и противостоять потенциальной фашистской угрозе.

В это время С.Чахотин входит в контакт с Жаном Жиромски (Jean Zyromski) – секретарем комиссии СФИО по пропаганде и предлагает подробный план на основе разработанной им еще в Гейдельберге научной теории. Предложенный план предлагал решительную модернизацию социалистической пропаганды, отвергая традиционные для французской социалистической стратегии попытки достижения только экономических целей.

Этот план предусматривал современную систему научной организации труда в области агитации и пропаганды на основе идей Тейлора, предложившего современные методы профессионально-технического обучения и организации производства.

Такая система была бы в состоянии отображать и анализировать "политическую карту погоды" ("Météorologie Politique") отдельных классов и регионов, экономя при этом усилия, время и деньги.

Противоречия в отношении к проблемам внешней политики (например, к Гражданской войне в Испании) привели к расколу внутри Народного фронта. Консервативная позиция руководства социалистической партии Франции вызвала разочарование С.Чахотина.

Уже тогда С.Чахотин задумывается о взаимоотношениях масс с политическими лидерами, пытается дать классификацию инстинктов толпы и объяснить, чем в тот или иной исторический отрезок времени обуславливалась поддержка диктаторов.

Наблюдениям С.Чахотина предшествовали исследования закономерностей психологии масс рядом таких социологов и психологов как Гюстав Лебон (Le Bon Gustave), Уильям Мак-Дугалл (McDougall William), Жан Габриель Тард (Gabriel Tarde), Зигмунд Фрейд (Sigmund Freud) и др.

Так, Г.Лебон в своих фундаментальных работах "Психология народов и масс", 1894 г. (фр. "Les Lois psychologiques de l'évolution des peuples", англ. "The Psychology of Peoples") и "Психология толпы", 1895 г. (фр. "La psychologie des foules", англ. "The Crowd: A Study of the Popular Mind") дает подробный анализ психологии народных масс и рассматривает специфические характеристики толпы, которая, по мнению автора, представляет собой человеческую совокупность с ее психической общностью, а не простое скопление людей в определенном месте. Среди основных характеристик толпы Лебон выделяет импульсивность, возбудимость, неспособность к разумным суждениям, отсутствие здравого смысла и критического духа, чрезмерную эмоциональность.

Важным положением Лебона является потребность толпы в лидере, вожде, который воздействует на толпу внушением, используя все возможные средства пропаганды.

Работы Лебона использовались политическими деятелями и учеными, среди которых следует упомянуть Г.Плеханова, Ж.Э.Сореля (Georges Eugene Sorel), В.Ленина, Г.Ганото (Gabriel Hanotaux), З.Фрейда (Sigmund Freud).

Труд Лебона "Психология толпы" стал своеобразным учебным по-

собием для лидеров тоталитарных режимов Гитлера (Adolf Hitler) и Муссолини (Benito Mussolini), изучавшими методы воздействия на толпу.

Гюстав Лебон (1841-1931) – французский психолог, социолог, антрополог и историк.

Он предсказал важную роль толпы в наше время, а также охарактеризовал методы воздействия на разные ее виды.

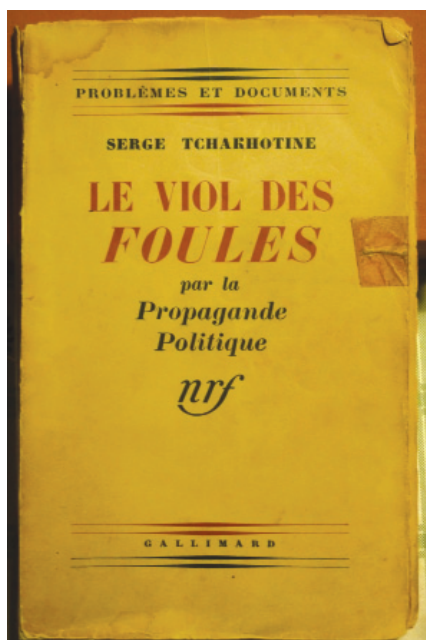


Англо-американский психолог У.Мак-Дугалл первым ввел понятие „социальная психология“ в 1908 г. Анализируя психологию толпы, французский социолог и социальный психолог Г.Тард разделяет бессознательную стихийную толпу, крикливую, не умеющую владеть собой, движимую темными разрушительными инстинктами, и сознательную публику, состоящую из интеллектуальных социальных групп. Для формирования толпы необходим физический контакт между людьми, их концентрация в одном месте, объединение одним действием. Для возникновения публики достаточно наличие умственных связей, общественного мнения, интеллектуальной общности.

Известный психоаналитик З.Фрейд признавал, что во многом опирался на идеи Г.Лебона и У.Мак-Дугалла и отмечал, что попадая в большую массу людей или толпу, отдельные индивидуумы тотчас теряют свои моральные устои, уступая место самым примитивным и низменным психическим установкам. Он же подчеркивал тенденцию людей разделяться на лидеров и ведомых.

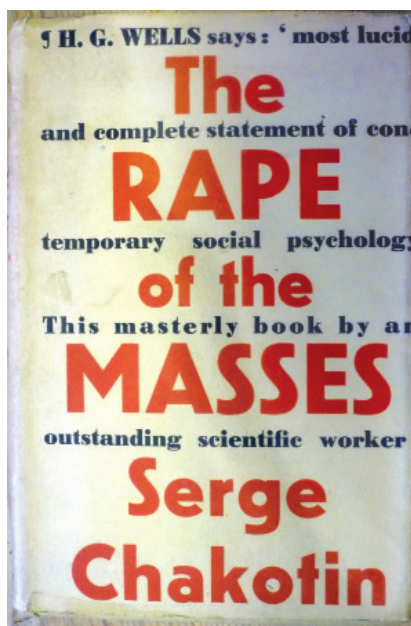
С.Чахотин, попав в гущу политических, военных и социаль-

ных событий в Европе, наблюдая становление тоталитарных режимов, пытался разобраться в природе и механизмах воздействия на массы, их превращения в толпу с помощью пропаганды. Свои наблюдения, анализ и выводы он изложил в фундаментальной книге "Насилие над массами путем политической пропаганды" ("Le Viol des foules par la propagande politique"), изданной в Париже в 1939 г. и переизданной на английском языке ("Rape of the Masses: The Psychology of Totalitarian Political Propaganda") в Лондоне и Нью-Йорке в 1940 г.



Serge Tchakhotine.

Le Viol des foules par la propagande politique.
Gallimard, Paris. 1939

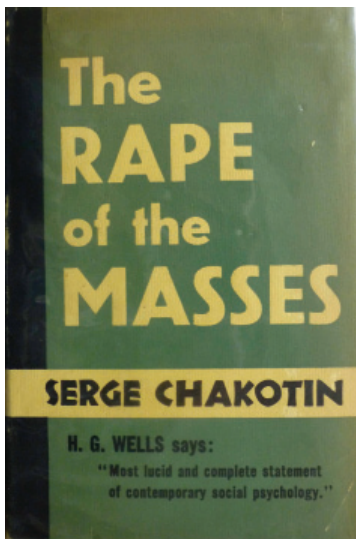


Serge Chakotin.

The Rape of the Masses. The Labour Book
Service, London. 1940

Цель этой книги Чахотин видит в понимании механизма психического угнетения, проводимого современными узурпаторами и, в то же время, в обеспечении эффективного оружия в руках тех, кто готов на любые жертвы, чтобы освободить человечество.

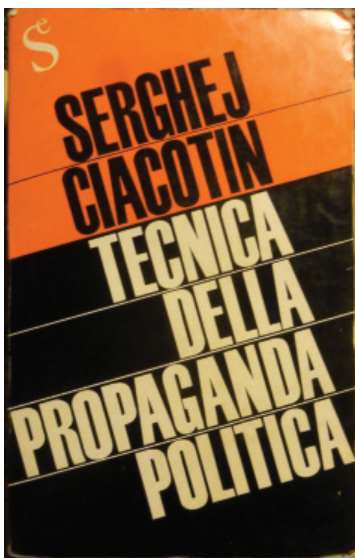
Идеи, изложенные С. Чахотиным в книге, основываются на учении академика И.Павлова о рефлексах как ответных реакциях организма на внешние воздействия. И.Павлов разделил рефлексy на безусловные, врожденные, и условные, приобретенные. Условные рефлексy возникают при определенных условиях и исчезают при их отсутствии.



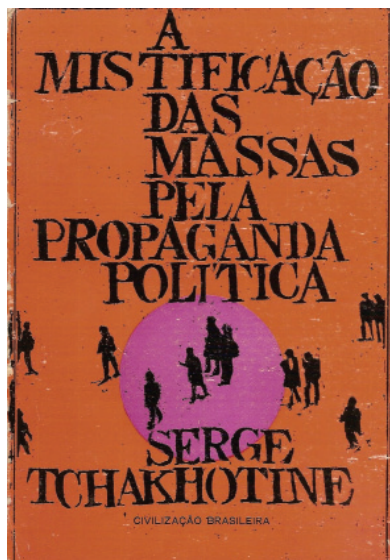
Serge Chakotin. *Rape of the Masses.* Alliance Book Corporation, New York, 1940



Serge Tchakhotine. *Le Viol des foules par la propagande politique.* Gallimard, Paris. 1992



Serghej Ciacotin. *Tecnica della propaganda politica.* Sugar, Milano. 1964.

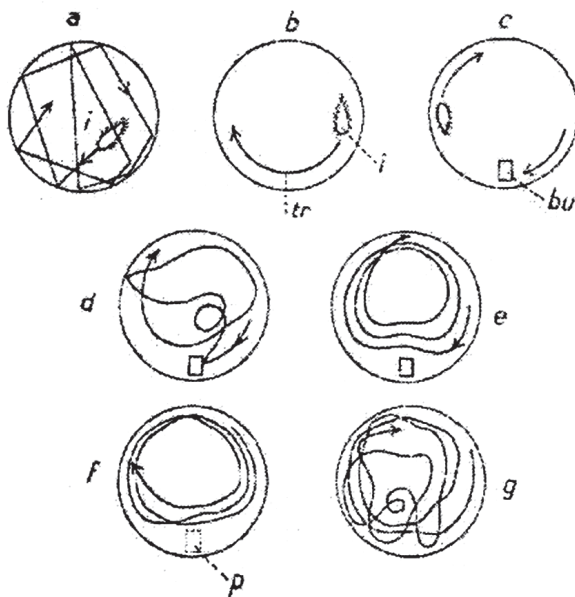


Serge Tchakhotine. *A Mistificação das Massas pela Propaganda Política.* Civilização Brasileira. Rio de Janeiro. 1967

Если собаке дать понюхать кусок мяса, у нее вырабатывается слюноотделение, что свидетельствует о безусловном рефлекс. Если появление мяса сопровождается одновременно электрическим звонком, собака будет связывать звонок с мясом и слюноотделение будет продолжаться даже если не предъявлять мясо, то-есть будет иметь место условный рефлекс.

Свои наблюдения условных рефлексов С.Чохотин начал с простейших. Он исследовал поведение парameций (лат. *Paramecium*) – инфузорий, тело которых покрыто ресничками.

Биения ресничек позволяют организму передвигаться в водной среде. При отсутствии внешних раздражителей клетки инфузорий двигаются по замкнутой траектории в пределах капли среды, находящейся в поле зрения микроскопа.



Демонстрация условного рефлекса клеткой *Paramecium*: *i* – инфузория; *tr* – траектория движения клетки; *bu* – микробарьер, создаваемый ультрафиолетовым излучением; *p* – место, соответствующее предыдущему облучению; *a-b* – клетка плавает у периферии капли; *c* – клетка сталкивается с местом облучения; *d* – она испытывает шок и изменяет траекторию; *e* – клетка «узнает» место облучения и огибает его (формируется условный рефлекс); *f* – микробарьер удален, но клетка продолжает огибать опасное место; *g* – клетка постепенно заходит в опасную зону, что свидетельствует о потере памяти (условный рефлекс исчезает) [Tchakhotine, 1939].

В качестве внешнего раздражителя С. Чахотин использовал сфокусированное посредством микроскопа ультрафиолетовое излучение. Вследствие взаимодействия с ультрафиолетовым излучением клетка демонстрирует шоковую реакцию (фотофобическую реакцию), вызывающую резкое изменение направления движения микроорганизма [Posudin et al., 2010] в ответ на действие раздражителя.

Но при удалении раздражителя клетка продолжает избегать место, на которое ранее было направлено сфокусированное ультрафиолетовое излучение. То-есть у инфузории выработался условный рефлекс. После исчезновения через некоторое время условного рефлекса инфузория возобновила свое движение по замкнутой траектории.

Ученый приходит к выводу, что определенные внешние сигналы или раздражители в состоянии вызывать ответную реакцию у больших масс людей (или толпы), ведомых лидерами. Именно так воздействуют на людей лозунги и символы тоталитарных режимов. Хорошо подобранные марши, песни и гимны, парады, ритуалы, доступная для понимания символика, жестикация, униформа – все это выполняет функции внешнего раздражителя для толпы. Все эти пропагандистские приемы порождают рефлексы и, как следствие, подчинение толпы лидерам.

Особую роль в управлении толпой играет лидер – человек действия, одаренный сильной волей.

В своей книге Чахотин анализирует причины успеха Гитлера как оратора. Здесь следует отметить ритмику выступлений перед аудиторией – спокойное начало, строго выверенная ритмика с темпом 45-72 слова в минуту, кульминационный момент, взрыв гнева, ярости или истерика, сопровождаемые жестикацией – все это приводит аудиторию в состояние экстаза.

Чахотин отмечает особую роль политической пропаганды, указывая, что важно было не то, **что** говорил и делал Гитлер, а если точнее, то его сотрудник, министр пропаганды доктор Геббельс, а **как** – в этом разгадка [Чахотин, Интервью, 1933].

Основываясь на учении академика И.Павлова об условных рефлексах, С.Чахотин показал, что все формы жизни борются за свое выживание с помощью четырех инстинктов, которые следует рассматривать как сложные безусловные рефлексы, позволяющие осуществлять взаимодействие организмов со средой. Среди этих инстинктов, пронумерованных в порядке убывания биологической активности, следует выделить такие:

- 1). Оборонительный или борьбы (combative, struggle);

- 2). Питания или пищевой (alimentaire, nutrition);
- 3). Сексуальный (sexuelle, sexuality);
- 4). Родительский или материнский (parentale, maternity)⁴.

Самым важным представляется инстинкт борьбы, поскольку каждое живое существо борется за выживание, против угрозы смерти.

С. Чахотин приходит к выводу, что теория условных рефлексов и инстинктов, представляющая собой основу объективной психологии, основывается на общих биологических законах и объясняет нам сегодня все сложные формы поведения человека, включая явления социальной жизни, в том числе и политическую активность.

Так, основные периоды человеческой цивилизации основываются на определенных инстинктах: христианство – на материнском инстинкте ("возлюби ближнего"); капиталистическое общество – на инстинкте питания (экономические цели); социалистическое общество – на инстинкте борьбы (противостояние политических систем).

С. Чахотин предупреждает о возможном развертывании финальной борьбы между двумя политическими системами, каждая из которых основывается на инстинктах борьбы. Одна из них фашизм как тоталитарная, псевдосоциалистическая система; другая – социалистическая система, стоящая на позициях демократии.

Свои взгляды на политическую пропаганду Чахотин также основывает на концепции инстинктов. Он различает две формы пропаганды. Первая (ratio-propaganda) использует убеждения, аргументацию; вторая (senso-propaganda) реализует взывание к чувствам, энтузиазму, экстазу.

Первый тип представляет собой обычные политические инструкции, которые освещаются в средствах массовой информации, на митингах, в процессе дискуссий. Можно считать, что поскольку этот тип пропаганды отражает экономические интересы, он основывается на инстинкте питания.

Второй тип пропаганды использует символы, флаги, транспаранты, униформы, демонстрации, шумные сборища и, таким образом, использует в своей основе инстинкт борьбы.

Именно наличием иерархии среди инстинктов можно объяснить большую эффективность нацистской пропаганды, использовавшей более

⁴В скобках переводы терминов на французский и английский языки в соответствии с изданиями книги 1939 и 1940 гг.

мощные инстинкты страха и агрессии по сравнению с социал-демократической пропагандой, апеллировавшей к цивилизованным и гуманным темам мира и гармонии [Tchakhotine, 1938].

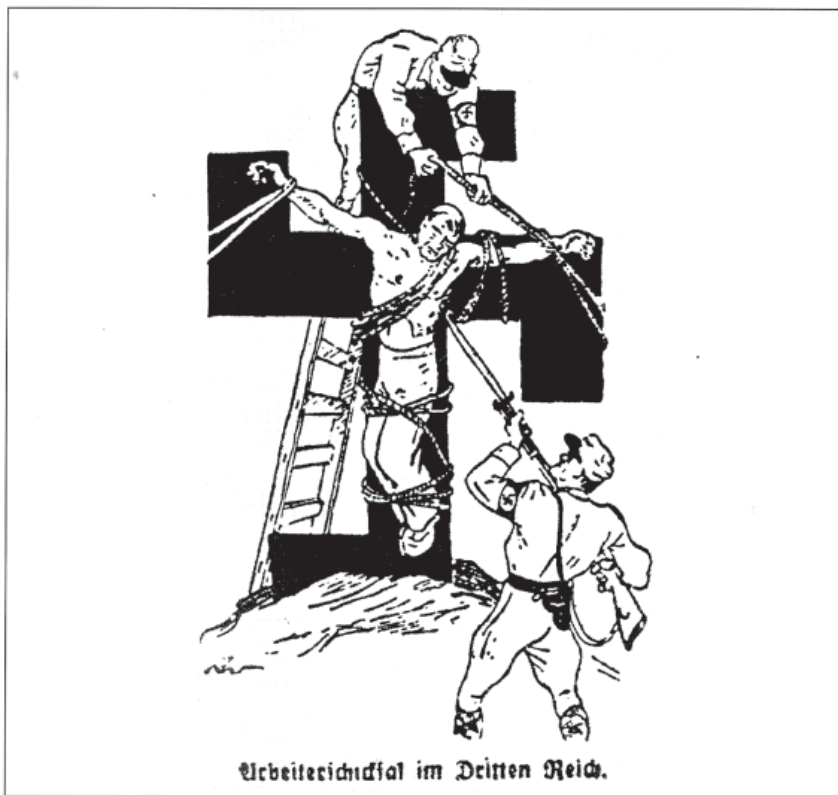


Иллюстрация к книге С. Чахотина "Психическое насилие над массами".

Политическая активность С.Чахотина не остается без внимания фашистов, оккупировавших Париж. В 1941 г. его как советского гражданина, арестовывают и заключают в концлагерь в Компьене, где он проводит семь месяцев. Лишь только вмешательство хорошо знавших С.Чахотина немецких ученых позволило ему приобрести свободу.

После освобождения Парижа в 1944 г. С.Чахотин читает лекции на курсах активистов "Советского патриота", организывает научно-политическое общество "Science-Action-Liberation", руководит проведением

Конференции культурных сил. Основной задачей этих прогрессивных движений было распространение правильных, неискаженных сведений о СССР, борьба против угрозы третьей мировой войны и возрождавшегося фашизма.

Еще в 1939 году Альберт Эйнштейн вместе со своими коллегами физиками предупреждал президента США Рузвельта о том, что нацистская Германия ведёт активные исследования в области ядерной физики, которые могут привести к созданию атомной бомбы.

В 1945 году Л.Сцилард и А.Эйнштейн вновь обратились к Рузвельту с призывом остановить производство атомной бомбы в США.

С. Чахотин организовывает эмотивную (чувствительную ко всему эмоциональному, связанную с сопереживанием и соучастием) кампанию пропаганды против ядерных взрывов и ракет [Чахотин, Меморандум].

С присущим ему энтузиазмом и дотошностью он предлагает уличные изобразительные плакаты (например, атомная бомба с большой надписью "NON!") или небольшие листовки с краткими лозунгами.

Особое внимание уделяется графическим символам, направленным против атомной опасности, к которым Чахотин предъявляет следующие требования: они должны быть простыми, привлекающими внимание, понятными с первого взгляда, легко узнаваемыми и воспроизводимыми, выявляющими принцип силы и создающими чувство страха, боевыми и при необходимости даже агрессивными.

Таким символом, который бы отвечал вышеперечисленным требованиям, Чахотин предлагает схематизированное изображение атомной



бомбы, перечеркнутой двумя скрещивающимися линиями.

Во время своей работы в Институте физико-химической биологии С.Чахотин активно участвует в организации первого Международного Съезда сторонников мира в 1949 г. (Париж), идея которого легла в основу работы таких организаций как SAL ("Science-Action-Liberation" – научно-политическое общество, организованное С.Чахотиным в 1944 г.) и COFORCES (Французская конфедерация культурных сил). Чахотин был генеральным секретарем этих организаций, основной целью которых была борьба против опасности третьей мировой войны.

В 1955 г. С.Чахотин переезжает в Италию, сначала в Геную (Фармакологический институт Университета), затем в Рим (Фармакологический институт, Высший институт здравоохранения, Институт общей физиологии), где он работает вплоть до 1958 г.

Впервые после войны свое желание вернуться в СССР с семьей С.Чахотин выразил в 1946 г., затем в 1952 г. Поскольку ответа не было, ученый еще раз обращается в 1954 году в посольство СССР во Франции и получает позитивное заключение. Однако, когда МИД СССР обратился к главному ученому секретарю АН СССР А.В.Топчиеву с запросом об использовании С.Чахотина в системе учреждений Академии наук, ученому отказали, мотивируя отсутствием исследований в области экспериментальной цитологии. Это была бюрократическая отписка. Дело в том, что руководство Отделения биологических наук находилось под влиянием мракобесных изысканий Ольги Лепешинской, протееже Т.Лысенко, которая отвергала генетику и защищала теорию новообразования клеток из бесструктурного "живого вещества". И, естественно, в такой ситуации академическое руководство отказало С.Чахотину. Лишь в 1958 г. С.Чахотин возвращается на родину.

Передо мною копия приказа № 49 по Институту цитологии АН СССР (г. Ленинград) от 18 апреля 1958 г.: "Чахотин Сергей Степанович зачисляется на должность старшего научного сотрудника лаборатории цитологических основ воспроизведения и развития с 18 апреля с.г. ...Основание: Распоряжение Президиума АН СССР № 2-2865 от 24 декабря 1957 г." (И.о. директора профессор Ю.И.Полянский). Распоряжение Президиума АН ССР подписано главным ученым секретарем, академиком А.В.Топчиевым.

В это же время встает вопрос о возможности присуждения С.Чахотину ученой степени доктора биологических наук по совокупности трудов (без защиты диссертации). В отзывах трех рецензентов –

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ

ДИПЛОМ ДОКТОРА НАУК

МБЛ № 000031
Москва 11 июня 1960 г.

РЕШЕНИЕМ ВЫСШЕЙ АТТЕСТАЦИОННОЙ КОМИССИИ ОТ 28 мая 1960 г.
(протокол № 17) ЧАХОТИНУ Сергею Степановичу
ПРИСУЖДЕНА УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Печать Высшей Аттес- тационной комиссии при Министерстве высш. и среднего специального образования СССР	П.п. Председатель Высшей Аттестационной Комиссии	Подпись
	Зам. Ученого Секретаря Высшей Аттестационной Комиссии	Подпись

№ 69. А. М. Чухина _____ д-ра. В. Государственный
научный сотрудник. Награжден орденом «Знак отличия»
в ознаменование двадцатилетия образования Советского Союза.
Примечание: настоящая копия с подлинником, послужившая
основанием для присвоения ученой степени, хранится в архиве
Института биологии Академии наук СССР.

Потариус

ПОДАВАЕТСЯ



Продолжая работать в области ультрафиолетового облучения клетки, ученый выступает с докладами в Институте цитологии АН СССР, Институте микробиологии АН СССР, на VI-м Всесоюзном съезде анатомов, гистологов и эмбриологов в Киеве (1958 г.), на Съезде физиологов в Минске (1959 г.) и Обществе физиологов в Ленинграде (1959 г.), в Институтах цитологии и зоологии (Ленинград), морфологии животных (Москва), в МГУ, в Институте экспериментальной патологии и терапии (Сухуми). Де-

монстрирует свои методы и приборы на Международном симпозиуме по радиобиологии (Москва, 1960 г.).

Распоряжением по Институту цитологии АН СССР от 29 октября 1960 г. С. Чахотин переводится в Москву, в Институт биофизики АН СССР, где он работает до 1967 г.

С 16 сентября 1967 г. С. Чахотин зачисляется в порядке перевода в Институт биологии развития АН СССР, где работает в должности научного сотрудника, а с 1 июля 1970 г. – научным консультантом вплоть до самой смерти, которая настигла ученого 24 декабря 1973 г.

РОДСТВЕННИКИ⁵

Отец: Степан Иванович (1857–1920), дипломат. Мать: Александрина Николаевна (ур. Умисса-Мотцо фон Гогенбург(1861–1942)). Братья: Иван (1884, Константинополь–1938, Одесса), Николай (1885, Константинополь–1972, Париж); Степан (1888, Константинополь–1931, Одесса), художник и поэт. Жены: в первом браке – Эмма Вильгельмовна (ур. Гаас, 1881–1942), сыновья: Сергей (1906–1976), Владимир (1909–1943), Игорь (1911–1993). Во втором браке – Серафима Никитична (ур. Омелаева, 1885–1978), сыновья: Вениамин (р. 1917–2014), Евгений (р. 1922). В третьем браке – Анна Марковна (ур. Свенчанская, 1907–1984), сыновья: Андрей (р. 1939), Петр (р. 1943), художник.

Брат ученого, Степан Степанович Чахотин, стал в семье первой жертвой репрессий: его расстреляли в 1931 году. В книге “Степан Чахотин. Жизнь в рисунках и письмах к матери” его племянник, Петр Сергеевич Чахотин, пишет: *“Насильственно оборвалась жизнь талантливого, умного, сердечного, отзывчивого человека, как и многих других безвинных граждан нашей страны”* [П. Чахотин, 2015].

В своей работе “Выбравшийся из-под развалин Мессины” Ирина Баранчеева сообщает, что Владимир умер в лагере в Воркуте в 1943 году. Игора арестовали в 1941 году, и он провел пятнадцать лет в сибирских лагерях. Сережа сражался в блокадном Ленинграде, а в 1948 году чудом избежал ареста, уехав добровольцем в Сибирь. Их мать, Эмма Гаас, немка по происхождению, была арестована и расстреляна в 1942 году в Новосибирске.

⁵Справка любезно предоставлена Петром Сергеевичем Чахотиным.

”Это была судьба сотен тысяч, может быть, миллионов русских семей, уничтоженных теми, кто в 1917 году узурпировал власть”, – читаем мы.



В июле 2005 года, согласно завещанию Сергея Степановича Чахотина, пепел его праха был развеян Евгением Чахотиным над морем у скалы Фумайоло в селении Каржез, что на западном побережье острова Корсика.

ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Архивные материалы по делу Н.В. Устрялова (1890-1937)

<http://www.magister.msk.ru/library/philos/ustryalov/ustry802.htm>

Баранчеева И. *Выбравшийся из-под развалин Мессины*. <http://www.mecenat-and-world.ru/49-52/barancheeva1.htm>

Биггарт Дж. 2012. Сергей Степанович Чахотин – русский тейлорист в Берлине (1922-1926) *«Ежегодник Дома русского зарубежья»* http://www.bfrz.ru/data/images/2013/Nauch_deatelnost/Egegodnik_2012.pdf

Лебон Г. 2011. *Психология народов и масс*. – М.: Академический проект. – 238 с. – ISBN 978-5-8291-1283-7.

Посудин Ю.И. 1995. *Биофизик Сергей Чахотин*. Киев; Изд-во НАУ. – 80 с.

Посудин Ю.И. 2005. *Биофизик Сергей Чахотин*. – Пущино: Электронное издательство “Аналитическая микроскопия” (Под ред. проф. А.Ю.Буданцева). – 51с. <http://www.edu.ru/db/portal/e-library/00000051/00000051.htm>

С. Чахотин С. *В Каноссу!* Смена вех. Прага. 1921. С. 159-161. История

России. 1917-1940. Хрестоматия / Сост. В.А.Мазур и др.; под редакцией М.Е.Главацкого. Екатеринбург, 1993. Опубликовано в INTERNET: 2001, октябрь. <http://his95.narod.ru/doc20/id28.htm>

Сорокина М.Ю. Чахотин (*Tschachotin, Tchakhotine, Tchak-hotin, Chacotine*) Сергей Степанович. 1883–1973. http://www.russiangeave.ru/?id=21&prs_id=36

Фрейд З. 1926. *Психология масс и анализ человеческого "Я"*. М.: Издательство "Современные проблемы", Н.А.Столяра.

Чахотин С. 2008. *Под развалинами Мессины. Рассказ заживо погребенного в землетрясении 1908 года*. Intilla editore Messina.

Чахотин С., 1933. *Интервью* (Любезно предоставлено П.С.Чахотиным).

Чахотин С. 1956. *Технические советы для кампании эмотивной пропаганды* (Любезно предоставлено П.С.Чахотиным).

Albrecht R. 1987. *Sergei Tschachotin, Dreipfeil gegen Hakenkreuz* ("Three Arrows Against the Swastika"), Kopenhagen 1933. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*. 10 (2): 105–112

Čachotin Sergej S. 1933. *Trepil mod Hagekors*. København Frem-Forl. 1933/ 111 p.

Davidoff, M. and F. Spitschakoff. 1911. *Report (jubilee) on the Villafranca Zoological Station activity during 1909-1910* (In Russian). Kiev, Typography of Imperial St. Vladimir University. *Proceedings of the California Academy of Science*. Series 4, Volume 59, Supplement I, No.11.

Dolan J.R. 2014. From the Archives. The History of Biological Exploration of the Bay of Villefranche. *Protist*, 165: 636-644

<http://www.obs-vlfr.fr/~dolan/html/PFD/2014/BiolExplorVlfr.pdf>

Fokin, S.I. 2008. Russian Biologists at Villafranca. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. Fourth Series.59 (Suppl. I), N11: 169-192.

Freud S. 1921. *Massenpsychologie und Ich-Analyse*. Internationaler Psychoanalytischer Verlag G.M.B.H. Leipzig-Zurich.

Le Bon G. 1895. *Psychologie des foules*. Édition Félix Alcan, 9e édition, 1905, 192 pp.

Le Bon G. 1895. *Lois psychologiques de l'évolution des peuples*. Paris: Félix Alcan, Éditeur.

MacMaster, Neil. Unpublished.

McDougall, W. 2005. (original 1920). *The Group Mind*. Whitefish, MT: Kessinger Publishing.

McDougall, W.1909. (First published 1908). *An Introduction to Social*

Psychology (2nd ed.), London: Methuen & Co, pp. 1–2 (n.13–14 in electronic fields).

Posudin, Yu.I. Massjuk, N.P., Lilitskaya, G.G. 2010. *Photomovement of Dunaliella* Teod.. Vieweg+Teubner Research.-224 p.

Чахотин П.С.. 2015. *Степан Чахотин. Жизнь в рисунках и письмах к матери*. Общество памяти игуменьи Таисии, СПб.

ПОПУЛЯРНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Бобров Л.В. 1964. *Тени невидимого света*. М.: Атомиздат.-112 с.

Голованов Я. 1964. *Три грани времени*. Юный техник. N.12, стр. 20.

Гусейнов Г. *Три стрелы против свастики*. <http://www.dw.de/08052001-три-стрелы-против-свастики/a-348245>.

Петров Д. 2014. *Изнасилование масс. История “красного Геббельса”*. Новая газета. 10 апреля 2014 Общество / Выпуск № 39 от 11 апреля 2014. http://issuu.com/novayagazeta/docs/novgaz-pdf__2014-039n?e=3174214/7445747

Харьковский А. *Профессор Чахотин: операция на живой клетке*. <http://web.archive.org/web/20030616122929/>

Харьковский А. *На семи ветрах. Соц. индустрия*, 5 сентября 1971 г.

Харьковский А. *Чахотинская одиссея. Литературная газета*. 1965. 4 дек. №44 (3913). С.1-2; Огонек. 1974. №8. С.6-7.

Albrecht R. *Symbolkampf in Deutschland 1932: Sergej Tschachotin und der Symbolkrieg der drei Pfeile gegen den Nationalsozialismus als Episode im Abwehrkampf der Arbeiterbewegung gegen den Faschismus in Deutschland. In: Internationale wissenschaftliche Korrespondenz zur Geschichte der deutschen Arbeiterbewegung. Bd. 22 (1986), H. 4, S. 498–533.* <http://miresperanto.narod.ru/eminentuloj/chahotin.htm>

Rürup R., Schüring M. *Schicksale und Karrieren. Gedenkbuch für die von den Nationalsozialisten aus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft vertriebenen Forscherinnen und Forscher*. Wallstein, Göttingen 2008, ISBN 3-892-44797-7, S. 332 ff.

Volkoff V. 1986. *La désinformation arme de guerre*. Édition Julliard/L'Âge d'homme, Paris/Lausanne.

Irrera Felice. *Inedito... sotto le macerie. La terrificante esperienza di uno scienziato russo nel terremoto di Messina. Centonove*, 10 Febbraio, 2006.

II. ОСНОВНЫЕ ВЕХИ ЖИЗНЕННОГО ПУТИ СЕРГЕЯ ЧАХОТИНА⁶



**Братья Чахотины (слева направо):
Иван, Степан, Николай, Сергей.
Константинополь, 1891**



**Сергей Чахотин.
Константинополь, 1891 г.**



**С. Чахотин в 3й Одесской
гимназии, 1893 г.**



Гейдельберг, 1907 г.

⁶Фотографии из семейного архива семьи Чахотиных любезно предоставлены Петром Сергеевичем Чахотиным.



**С женой Эммой Гаас и сыном
Серрежей. Мессина, 1907 г.**



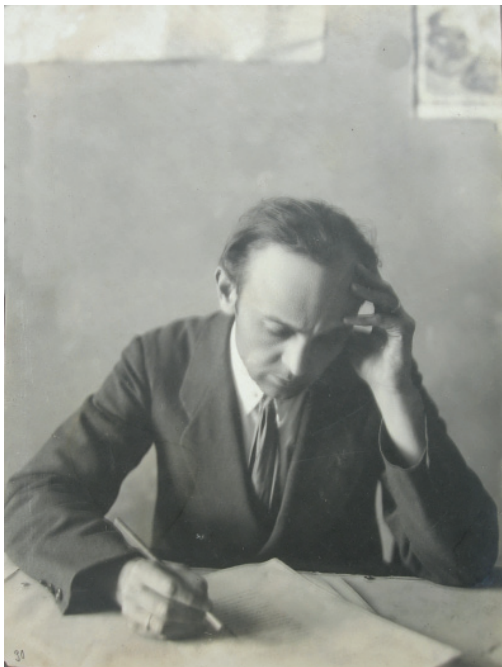
**Жена С. Чахотина Эмма Гаас
с детьми Сергеем (слева) и
Володей. Одесса, 1911 г.**



**Перед Первой мировой войной.
Берлин, 1913 г.**



**В санатории после землетрясения.
Шварцвальд, 1909 г.**



**Во время работы в
ОСВАГе. 1918-1919 гг.**



Реорганизация Советского торгпредства. Берлин, 1922-1924 гг.



**С. Чахотин (слева) с проф. А. Бенедиченти (в центре).
Тоскана, Италия, 1926-1927 гг.**



В лаборатории Института Макса Планка. Германия, 1930 г.



В Лаборатории Института Макса Планка. 1931 г.



**Сергей Чахотин.
Гейдельберг, 1931 г.**



**Биостанция Вимере. Сбор
морских ежей. 1937 г.**

**С проф. А. Бенедиченти.
Тоскана, Италия, 1955 г.**



**В концлагере.
Компъен, 1941 г.**

**Сбор голотурий.
Корсика, 1954 г.**





**С проф. Альберико Бенедиченти
(слева). Генуя, 1954 г.**



**С проф. А. Бенедиченти
(в центре). Тоскана,
Италия, 1955 г.**



**За мольбертом. В имени проф.
Клаудио Неччи под Римом. 1957 г.**



**С проф. Клаудио Неччи.
1957 г.**

**В лаборатории проф.
Пьетро ди Матеи.
Фармакологический
Институт. Рим, 1957 г.**



**Работа с картотекой
в лаборатории проф.
Пьетро ди Матеи.
Фармакологический
Институт. Рим, 1957 г.**



**В лаборатории проф. Пьетро
ди Матей. Фармакологический
Институт. Рим, 1957 г.**



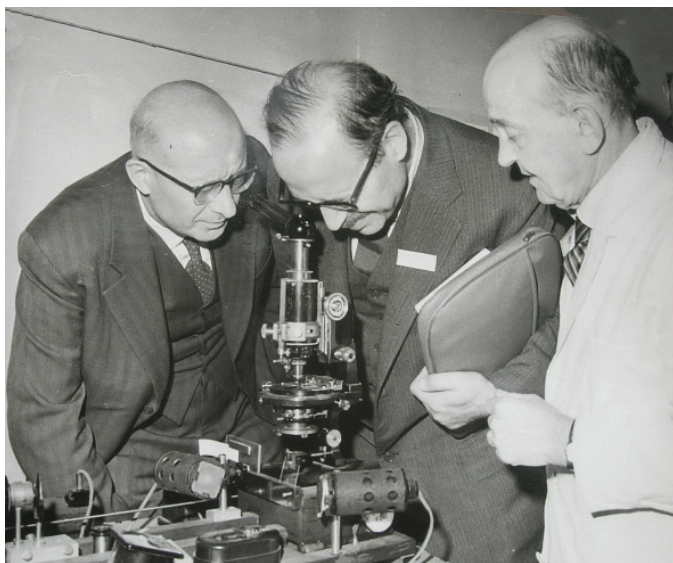
С сыном Петром в гостях у проф. Клаудио Неччи. 1957 г.



**После возвращения в Россию. На Первомайской демонстрации.
Ленинград, 1958 г.**



Сергей Чахотин с сыном Петром в 1961 году в Москве.



**Знакомство с экспериментальной установкой
по микрооблучению. Москва, 1960 г.**



Минск, 1960 г.



Фотография ученого. Москва, 1961 г.



Москва, 1964 г.



Москва, 1966 г.



Москва, 1968 г.

Сергей Чахотин.
Семидесятые годы.



III. НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Любое научное исследование начинается с постановки проблемы, выбора и обоснования методов ее решения. В этом плане следует отметить, что начало научной деятельности С. Чахотина совпало с развитием представлений о биологической клетке как элементарной биологической единице, в пределах которой совершается основная ее жизнедеятельность. Нельзя не отметить при этом несомненного влияния на научное мировоззрение ученого таких новаторов, использовавших оригинальные экспериментальные приемы в своих исследованиях, как В.К.Рентген, О.Гертвиг, Т.Энгельманн, И.П.Павлов. Представляя С. Чахотина к присвоению ученой степени доктора биологических наук, один из рецензентов С. Романов пишет: *“Основные постулаты о том, что клетка является элементарной морфологической единицей живой материи и что законы физики и химии лежат в основе жизнедеятельности живой клетки, стали методологической основой научного мышления большинства биологов. Эта строго научная материалистическая методология была положена С.С.Чахотиным в основу всей его последующей деятельности. Проблему, избранную им для исследования, можно формулировать так: “Физико-химические основы поведения клеток”. Выбор этой проблемы свидетельствует об эрудиции автора, о его глубоком понимании актуальных проблем современной биологии”*.

Свои ранние исследования С. Чахотин посвящает изучению биоэлектрических токов у позвоночных. Автор не только рассматривает природу этих токов, но и ставит вопрос о связи биоэлектрических явлений с морфологической структурой тканей.

Особое внимание уделяет ученый проблеме терапии злокачественных опухолей. Ему удается установить связь восприимчивости мышей к раку с лейкоцитарной формулой крови. Работая в Гейдельберге (1912 г.) и в Генуе (1928-1930 гг.), он публикует работы о роли лейкоцитоза при раке лабораторных животных, вызванном канцерогенными веществами. Нарушение гликолитического процесса части развивающегося яйца морского ежа позволило С. Чахотину инициировать явления, сходные с малигнизацией тканей.

За свою работу “Клеточный микроскоп и проблема рака” ученый удостоивается в 1936 г. премии Парижской медицинской академии.

Но основной сферой научной деятельности является разработка методов и средств микроманипулирования с отдельными клетками, а также

микрооблучение клеток и их органелл сфокусированным ультрафиолетовым излучением.

Говоря о необходимости развития экспериментальной цитологии, сам Чахотин признает, что и до него имели место попытки ряда ученых исследовать отдельные клетки (Balbiani E.G., 1888; Bataillon E., 1910; Chabry L., 1887; Maupas E., 1888; Roux W., 1895; Verworn M., 1889 и др.). Однако данные исследователи использовали довольно крупные объекты – яйца лягушек и других амфибий. В ряде случаев господствовал подход, основанный на исследовании закономерностей, присущих однородным массам клеток с последующей экстраполяцией результатов на отдельную клетку. Можно отметить и метод дифференциального центрифугирования, при котором происходит разрушение клеток и распределение содержимого в соответствии с удельным весом по фракциям с последующим изучением свойств отдельных органелл – ядер, митохондрий, микросом и т.д.

С. Чахотин, тем не менее, приходит уже в своих ранних работах по исследованию биоэлектрических токов у беспозвоночных и по изучению физиологии органа равновесия моллюска *Pterotrachea* к выводу о необходимости изучения процессов жизнедеятельности живых организмов на основе экспериментальных подходов, применяемых к изолированным клеткам многоклеточного организма или к одноклеточным организмам.

Начиная с 1912 г. С. Чахотин разрабатывает целую серию микроманипуляторов, микрооператоров и других устройств для обеспечения механических приемов и операций над клеткой под микроскопом. При этом исследователем была учтена необходимость перемещения клеток, их фиксации, иммобилизации, извлечения, помещения в различные сосуды. Рассмотрим более подробно особенности предложенной С. Чахотиным микротехники.

1. МИКРОМАНИПУЛЯЦИОННАЯ ТЕХНИКА

Выделение и перенос клеток

При необходимости изоляции подвижных клеток (водорослей, инфузорий) предлагается использовать длинные капилляры с воронкообразным концом. Этот конец подводят к объекту и втягивают его с помощью резиновой пипетки. Другой метод предусматривает использование стеклянного мундштука, который исследователь держит во рту и который

связан посредством резиновой трубки с капиллярообразным концом. При работе с неподвижными объектами (например, яйцеклетками) используют метод прецизионной микрокапиллярной пипетки (сам Чахотин дал ей название “мипетки”).

Техника изготовления этой пипетки представлена на рис. 1.

Стеклообразную трубку длиной около 15 см и диаметром 5 мм вытягивают в длину над огнем так, чтобы образовался капилляр длиной 20 см и диаметром от 0,5 до 0,7 мм (а). Обрезают капилляр и оплавливают отрезанный конец до образования шарика (b).

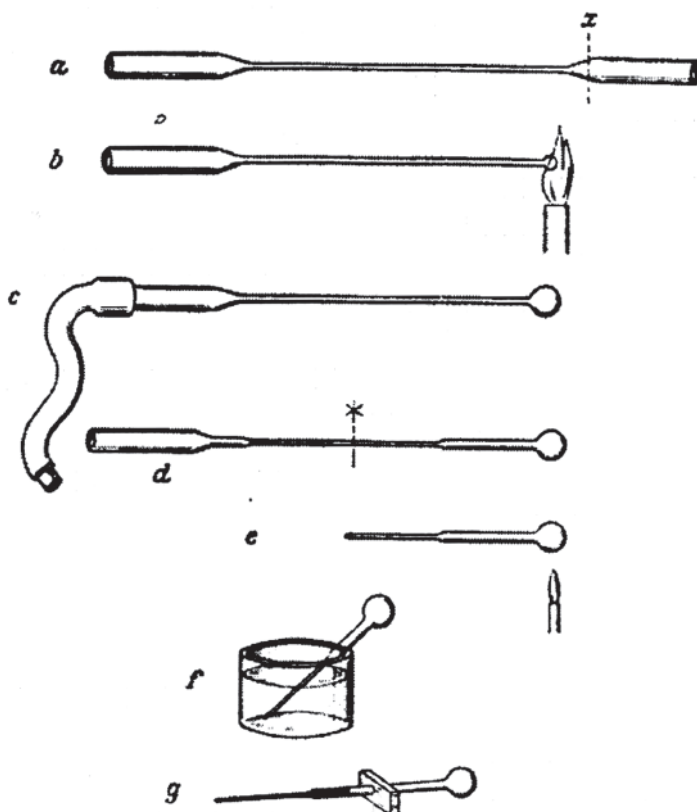


Рис.1. Капиллярная пипетка с воздушным пузырьком (пояснения в тексте)

После этого шарик выдувают до появления пузырька, предварительно одев на трубку резиновый шланг (с). Вытягивают капилляр над огнем и обламывают его (d). Пузырек нагревают (e), воздух в нем расширя-

ется. Конец капилляра опускают в подготовленную жидкость; воздух при охлаждении сжимается и засасывает жидкость (f). На пипетку одевают кусок пробки для теплоизоляции (g) и удерживают ее пальцами.

Работают с пипеткой следующим образом. Пробковую пластину удерживают большим и средним пальцем (рис. 2, a), при этом касаясь стеклянного пузырька внутренними поверхностями пальцев. За счет тепла пальцев из капилляра выйдет немного жидкости. Затем конец пипетки погружают в жидкость с исследуемыми объектами и подводят под микроскопом конец капилляра к избранному объекту. Раздвигают пальцы (рис.2, b); воздушный пузырек охлаждается, жидкость всасывается внутрь вместе с объектом.

Для извлечения объекта пипетку переносят в другой сосуд и сжимают пальцы. Вместо нагрева рукой автор предлагает использовать электроподогрев с помощью намотанной вокруг капилляра спирали.

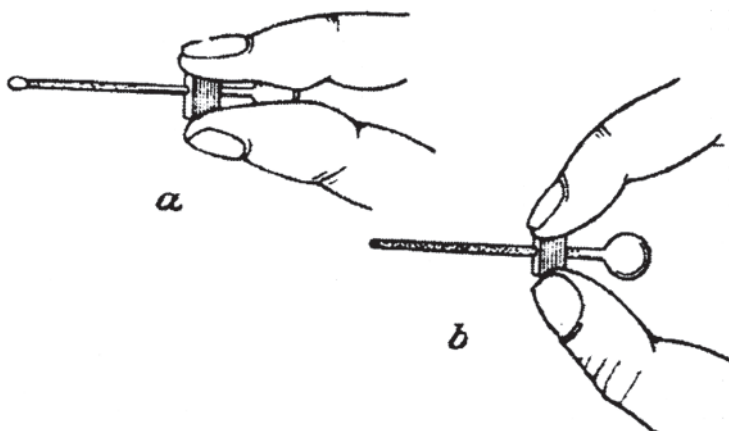


Рис.2. Работа с микропипеткой: *a* - при удалении объектов;
b - при всасывании объектов

Сжатие и иммобилизация

Некоторые исследователи использовали для иммобилизации подвижных микрообъектов плотные среды, в которых скорость движения организмов существенно замедлялась, или использовали способность организмов на некоторое время оставаться неподвижными при контакте

с твердыми объектами (т.н. “сигмотаксис”). С.Чахотин предложил метод иммобилизации микрообъектов с помощью небольшого сжатия.

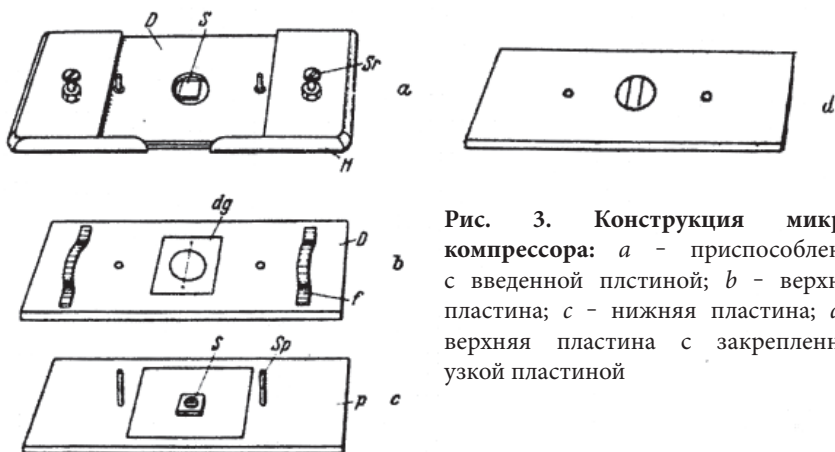


Рис. 3. Конструкция микрокомпрессора: *a* - приспособление с введенной пластиной; *b* - верхняя пластина; *c* - нижняя пластина; *d* - верхняя пластина с закрепленной узкой пластиной

Предложенный ученым микрокомпрессор (рис.3, *a*) состоит из латунной пластинки *D* толщиной 1 мм с отверстием посередине, под которым приклеивают небольшой кусок стеклянной или кварцевой пластины *S*. С обеих сторон установлены два металлических штыря (рис. 7, *b*). Вторая латунная пластина *D* снабжена отверстием большего диаметра, которое закрыто покровным стеклом *dg*. Пластина оборудована мягкими прокладками *f* для предотвращения препарата от раздавливания. Два небольших отверстия в пластине соответствуют штырям верхней пластины (рис. 3, *c*). На основание *S* с помощью микропипетки наносят каплю воды с клеткой и соединяют верхнюю и нижнюю пластины (рис. 3, *c*).

Весь узел помещают на предметный столик микроскопа (рис. 4); с помощью винтов *Sr* прижимают обе пластины друг к другу. При этом микроорганизм плавно сжимается и иммобилизуется, оставаясь неповрежденным.

Если вместо покровного стекла на отверстию закрепить небольшую узкую пластинку (рис. 3, *d*), то техника введения и извлечения клетки существенно упрощается. При этом в приспособление с помощью пипетки вносят каплю воды, располагая конец пипетки между краями отверстия и узкой пластиной.

Аналогично вводят и микроорганизм, который располагается под пластиной. Излишек воды убирают. В данном варианте можно совмещать механические, световые, тепловые и химические факторы воздействия на микроорганизмы.

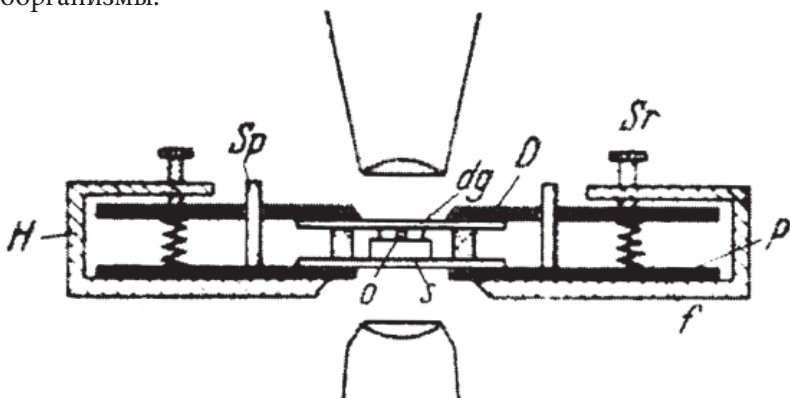


Рис.4. Размещение микрокомпрессора на предметном столике микроскопа (пояснения в тексте)

Размещая на пластинке волос или тонкую нить, можно обеспечить разрезание клетки. Располагая клетку у края пластинки, можно осуществлять различные микроманипуляции с ней – уколы, электрораздражения и т.д.

Операционные камеры

При работе с неподвижными микрообъектами (яйцами, амебами) не всегда возникает необходимость прижимать исследуемые объекты.

В этом случае используют операционные камеры более простой конструкции. Одна из таких камер изображена на рис. 5.

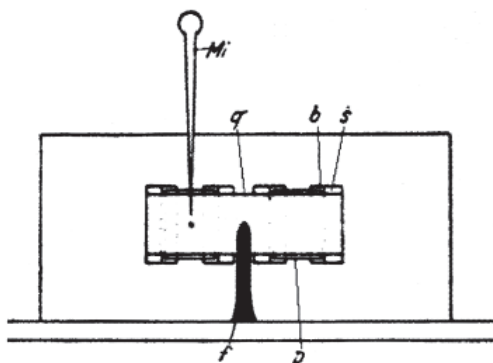


Рис. 5. Операционная канальная камера (пояснения в тексте)

Представляет она собой предметное стекло, на котором расположены четыре широких пластины b и четыре более узкие пластины s ; в образованные пустые полости вкладывают две пластины p , создающие при этом прямоугольные камеры. Над обеими камерами располагают длинную пластину q которая прижимается пружиной f . Эти камеры заполняются с помощью пипетки – одна раствором флуоресцеина, другая – жидкостью, в которую попадает объект. Сам объект вводят с помощью микропипетки, свободный конец которой подводят под покровное стекло операционной камеры, а затем приближением ладони к стеклянному пузырьку обеспечивают ввод клетки в камеру (рис. 6). После манипуляций с клеткой вывод ее из камеры осуществляется в обратной последовательности. Сам манипулятор с микропипеткой изображен на рис. 7.

На трехгранном основании перемещается рейтер, на котором расположены перпендикулярно направленные салазки Sl . На них размещена трубчатая колонка S со штангой St . На штанге закреплена пластина Pl с гильзой u и патрубком R , который может выдвигаться и поворачиваться вокруг своей оси. В патрубок вставляется пробка k с манипулятором, состоящим из зажима V , иглой со стеклянной головкой N и пипеткой Ml . Данная система позволяет реализовать любые перемещения пипетки относительно операционной камеры.

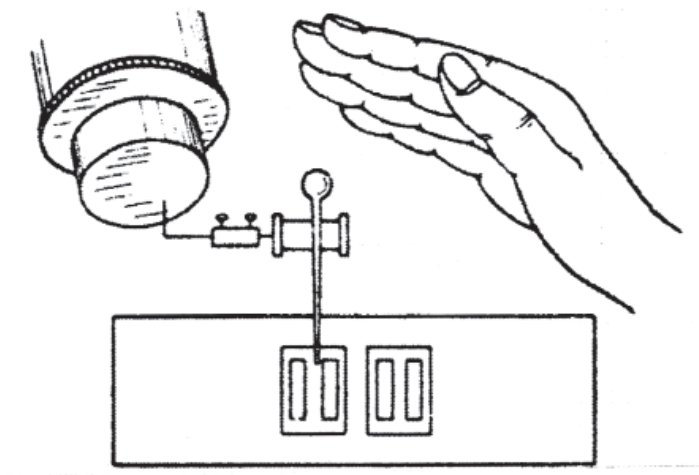


Рис. 6. Введение клетки в канал с помощью микропипетки

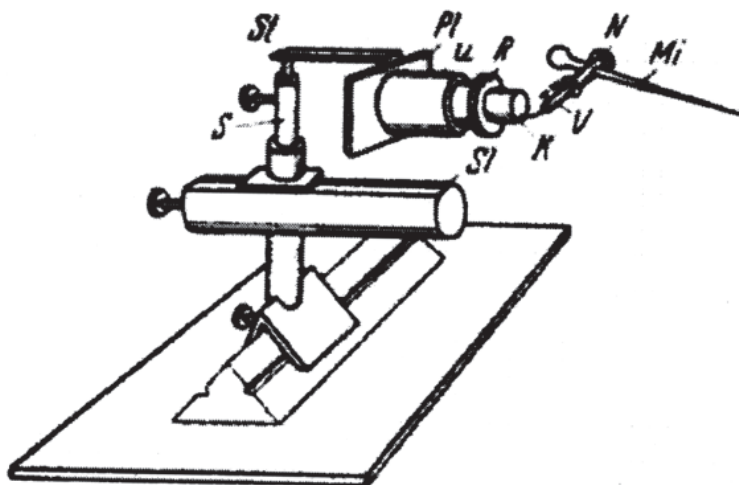


Рис. 7. Микроманипулятор с микропипеткой (пояснения в тексте)

Один из вариантов камер представляет собой вырезанное из бумаги кольцо с внешним диаметром 6 мм и внутренним - 4 мм. Кольцо r погружают в расплавленный парафин, охлаждают и располагают на предметном стекле, слегка подогрев последнее (рис. 8).

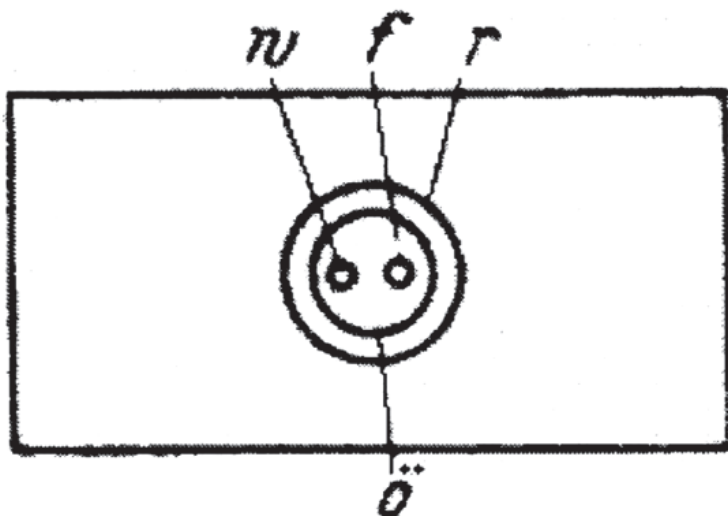


Рис. 8. Операционная камера (пояснения в тексте)

При этом кольцо приклеивается к стеклу. Вводят каплю парафинового масла ($\ddot{o}$) внутрь кольца. С помощью микропипетки с резиновой трубкой просверливают в слое парафинового масла отверстие, и на дно углубления помещают каплю воды w . В каплю переносят клетку. С помощью второй пипетки вносят каплю флуоресцеина f для удобства ориентации. Преимущество метода заключается в том, что препарат не надо закрывать покровным стеклом – слой парафинового масла и защищает объект от высыхания, и обеспечивает возможность наблюдения за ним.

Прокалывание микрообъектов

Конструкция микрооператора, предназначенного для хирургических действий над клетками, изображена на рис. 9. Предварительно, с помощью зубчатой передачи, производится грубая установка инструмента, а затем, вращая головку d и зажимное кольцо Kr , осуществляют точное подведение держателя инструмента ih к объекту, после чего производят операцию.

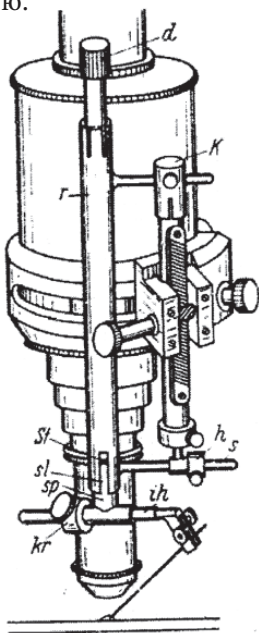


Рис.9. Конструкция микрооператора, предназначенного для хирургических действий над клетками (пояснения в тексте)

Послеоперационные камеры

В качестве послеоперационных камер С.Чахотин предлагает использовать несколько (8-10) колец r из парафинированной бумаги, наклеенных на предметное стекло (рис.10, а).

На дно таких камер с помощью капиллярных трубок можно помещать парафиновое масло p , в которое вносится капля жидкости f с исследуемой клеткой.

Если капля слишком велика и ее поверхность выступает из парафинового масла, прибегают к многократному касанию этой капли тонким капилляром K (рис. 10, b).

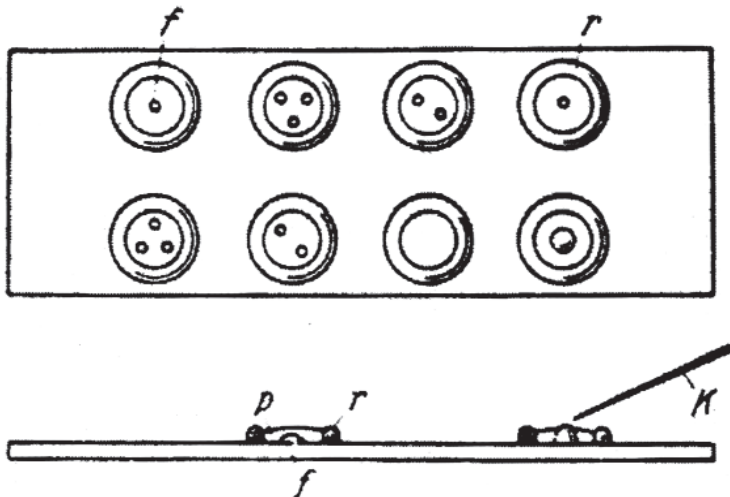


Рис. 10. Камера с парафинированными кольцами: a - вид сверху; b - вид сбоку

Еще один вид послеоперационной камеры изображен на рис. 11.

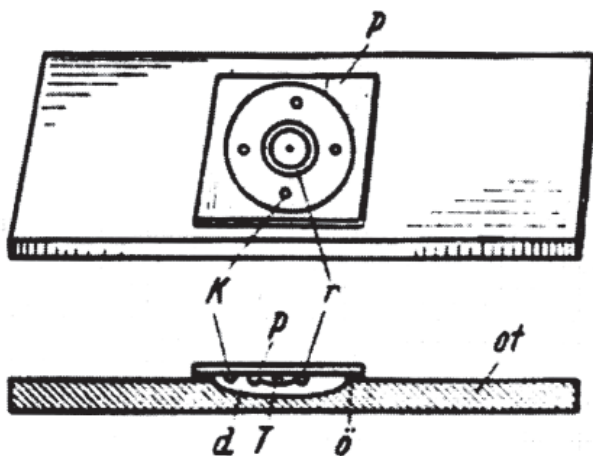


Рис. 11. Камера с подвешенной каплей: a - вид сверху; b - вид сбоку (пояснения в тексте)

На покрывное стекло p наклеивают парафинированное кольцо r ; в углубление вводят каплю воды T с исследуемой клеткой. Затем покрывное стекло переворачивают и устанавливают его углублением с каплей вниз на предметное стекло ot со сферическим углублением d . Для предотвращения испарения капли кольцо приклеивают с помощью парафина g . Вокруг исследуемой капли можно нанести капли K с контрольными клетками.

В ряде случаев в такую камеру можно расположить ряд тонких капилляров с клетками (рис. 12).

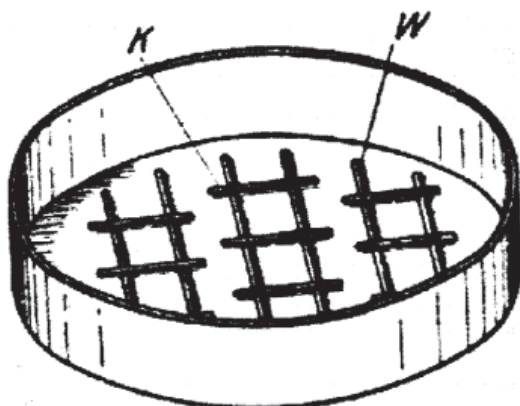


Рис.12. Капиллярная послеоперационная камера: K - капилляры;
 W - парафиновые барьеры

При необходимости сообщения клетке непрерывной аэрации или обновления воды используется камера следующей конструкции (рис. 13). Две чашки Петри вставляются одна в другую.

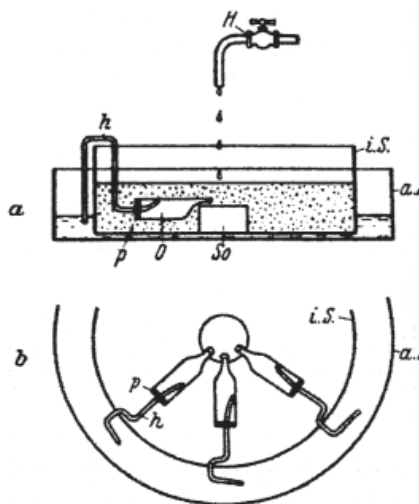


Рис. 13. Послеоперационная камера с обновлением потока среды (пояснения в тексте)

Во внешней чашке aS находится вода; в середине внутренней чашки iS расположено основание So , на котором покоятся радиально расположенные заостренные стеклянные трубки o . Торцы этих трубок закрыты заглушками p , через которые с помощью капилляров h и притока H жидкости создается разность уровней жидкости во внешней и внутренней чашках. Исследуемый объект подводят к заостренному концу трубки; за счет разности давлений он всасывается и располагается на дне трубки, где его можно наблюдать. Среда при этом непрерывно обновляется.

Микрофиксатор

Данное устройство, представляющее собой комбинацию камеры с углублением в перевернутом виде и микропипетки, предназначено для быстрого закрепления клетки. Конструкция микрофиксатора изображена на рис. 14.

Две латунные пластины R размерами 4×8 см располагают одну над другой на расстоянии 5 мм; толщина каждой пластины 1 мм. В нижней пластине имеется отверстие диаметром 20 мм; в верхней выполнено отверстие диаметром 10 мм с прорезью Sl шириной 4 мм, которая тянется до края пластины.

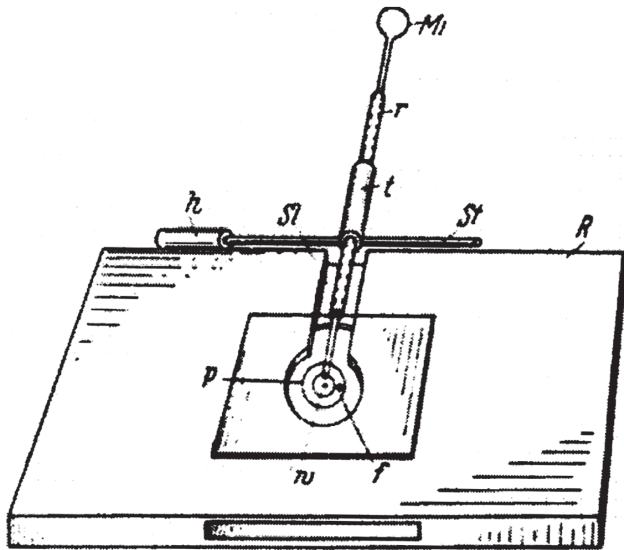


Рис. 14. Микрофиксатор с микропипеткой
(пояснения в тексте)

Слева расположена гильза *h* со штифтом *St*, который поддерживает пружинящую трубку *t*. В последней зафиксированы более тонкая трубка *r*, которую можно перемещать перпендикулярно штифту. В ней же расположена микропипетка *Mi*. На верхнюю пластину приклеивают покровное стекло.

На нижнюю поверхность покровного стекла наносят каплю парафинового масла *p*, в которую, в свою очередь, помещают каплю воды *w* с исследуемой клеткой (для этого устройство переворачивают). Пипетка может содержать любой реактив - краситель, яд, среду, электролит и т.д. Для целей калибровки системы в парафиновое масло вводят каплю флуоресцеина *f*.

Микрокамера с циркуляцией газа

Это устройство предназначено для исследования реакций клеток на внешние физические факторы при различных условиях аэро- и анаэробноза, при изучении влияния газовой среды. Конструкция устройства (рис. 15) состоит из латунной пластины *p* толщиной 1 мм с отверстием диаметром 15 мм, снабженной двумя планками *l* высотой 5 мм. На пластине расположен блок *b* размерами 30×25×5 мм с отверстием диаметром 10 мм. С этим отверстием связаны трубки *r* со шлангами *g*. Трубки проходят через пазы *e* в планках *l*.

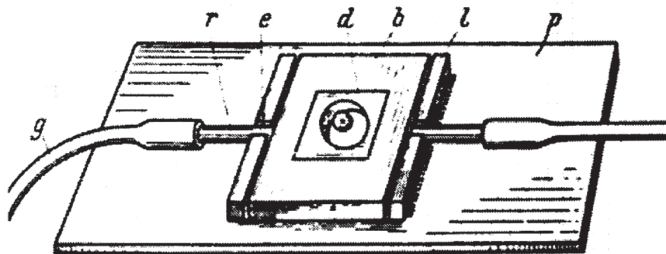


Рис. 15. Микрокамера с циркуляцией газа (пояснения в тексте)

На верхнюю поверхность блока прикрепляют парафином покровное стекло *d*. Блок переворачивают, нанося на внутреннюю поверхность покровного стекла каплю парафинового масла, в которую помещают каплю воды с исследуемым объектом. После этого блок вновь переворачивают, закрыв при этом отверстие кварцевой пластиной. По шлангам в собранное и подготовленное устройство подают газ (светильный или, при необходимости изменения *pH* среды, аммиак или хлористый водород).

Микроперфузор

Это устройство позволяет обеспечивать потоки жидкости вокруг исследуемого объекта с целью исследования одновременного воздействия физических и химических факторов.

Конструкция устройства (рис. 16) состоит из четырех частей (a-d). Самая нижняя пластина выполнена из латуни (размеры ее 45×90×2 мм (рис. 20, a).

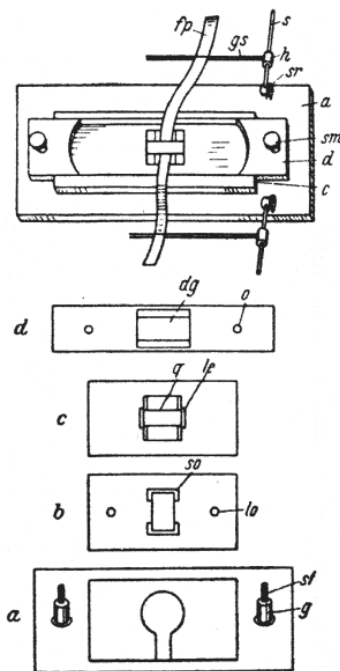


Рис. 16. Компрессионный микроперфузор (пояснения в тексте)

Внутри имеется четырехугольное углубление размерами 27×50×1 мм с отверстием диаметром 15 мм. Справа и слева расположены два резьбовых штифта St с резиновыми трубками g. Пластина оборудована шарнирами Sr со штифтами S, гильзой h и стержнями gs, между которыми располагают полоски фильтровальной бумаги fp предназначенные для транспортировки жидкости. Вторая часть устройства состоит из пластины размерами 27×50×1 мм (рис. 16, b), которая входит в углубление первой пластины. В центре второй пластины имеется прямоугольный вырез 5×7 мм, по периметру которого приклеены два стеклянных цоколя So. В пластине имеются два отверстия lo, соответствующие штифтам первой пластины.

Третья пластина (рис. 16, с) имеет размеры $27 \times 50 \times 1$ мм; в центре ее выполнен прямоугольный продольный вырез 7×13 мм. Вдоль длинных краев щели располагают планки le , на которые помещают кварцевую пластину q размерами 5×10 мм. Наконец, четвертый элемент конструкции (рис. 16, d) представляет собой пластину размерами $20 \times 80 \times 1$ мм. Она оборудована планками высотой 1 мм вдоль прямоугольного выреза 14×13 мм, над которым располагают покрывное стекло dg .

На кварцевую пластину третьего элемента конструкции поступает жидкость с исследуемым объектом. “Сэндвич” из четырех элементов собирают, фиксируют с помощью гаек sm , соблюдая меры предосторожности с тем, чтобы не раздавить объект. Подавая капли воды или перфузионной жидкости на конец одной из полосок фильтровальной бумаги и используя с другой стороны сухие полоски, обеспечивают поток жидкости вокруг объекта.

Микротрансплантатор

Устройство предназначено для трансплантации клеток, фрагментов яиц и т.д. Состоит из алюминиевого объектодержателя, в середине которого с помощью скоб K закреплена кварцевая пластина q (рис. 17, a). К ней приклеены три стеклянные пластины: одна из них (a) образует канал с подвижной пластиной d , а две другие служат в качестве направляющих при перемещении пластины d , на которой приклеена еще одна стеклянная пластина, закрывающая канал. Пластина d перемещается с помощью штифта s и рычага l на шарнире Sr .

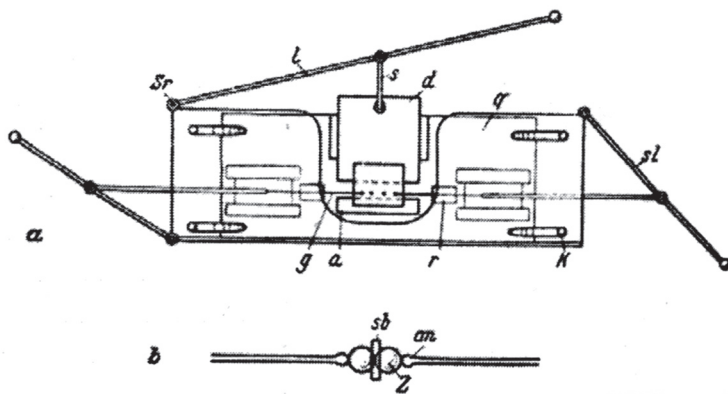


Рис. 17. Прибор для трансплантации клеток: а - общий вид скобу; б - две яйцеклетки, прижатые в канале перед микрооблучением (пояснения в тексте)

Система оборудована стеклянными трубками r в каждую из которых вставлена тонкая стеклонить g со сферическими утолщениями на конце (рис. 17, b). Другие концы стеклонити механически связаны с рычагами sl . Перемещая их, можно добиться прижатия друг к другу двух яйцеклеток Z . Место контакта sb облучается ультрафиолетовым светом, после чего клетки склеиваются.

Еще один вариант микротрансплантатора изображен на рис. 18.

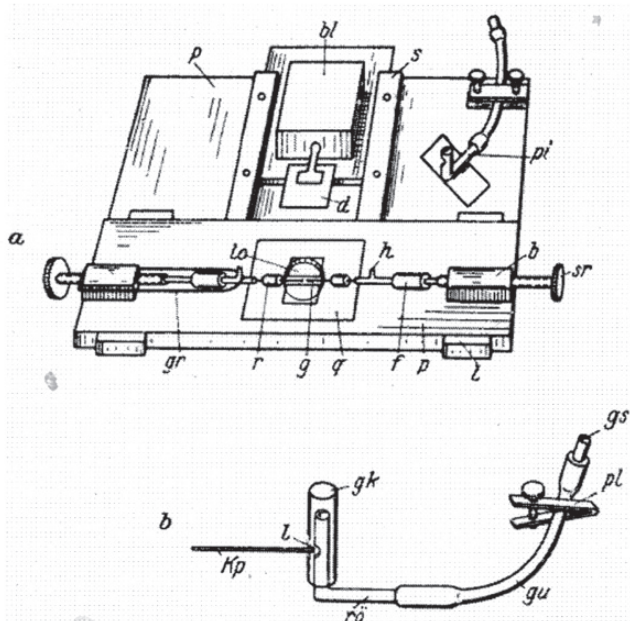


Рис. 18. Вариант микротрансплантатора: a - основная пластина;
 b - компрессионная пипетка (пояснения в тексте)

На латунную пластину P размерами $60 \times 75 \times 1$ мм с отверстием lc укладывают вторую пластину p размерами $25 \times 75 \times 3$ мм так, чтобы обе пластины плотно прилегали друг к другу.

В верхней пластине имеется отверстие диаметром 10 мм, на которое укладывают кварцевую пластину q с тонким каналом, образованным приклеенными стеклянными планками.

По бокам от канала приклеены короткие стеклянные трубки r , служащие направляющими для штифтов g . Кроме того, на верхней пластине установлен блок b с винтом sr , сопряженным со штифтом в направляющей f , крючком h и резиновым кольцом gr . На основной пластине смонтирова-

ны направляющие *s*, пластина *bl* с покровным стеклом *d*, выполняющим функции крышки канала. В правом углу установлена компрессионная пипетка *pi*, состоящая из латунной трубки *ro* с отверстием *l*, резиновой трубки *gk* и стеклянного капилляра *Kp*. Латунная трубка соединена с резиновым шлангом *gi*, зажимами *pl* и пробкой *gs*. Конец капилляра входит в канал, ширина которого регулируется таким образом, чтобы соединить исследуемые клетки перед облучением.

Микровытягивание клеток

В ряде случаев клетки, обладавшие определенной пластичностью, можно деформировать, придавая им цилиндрическую форму, удобную для извлечения ядер или микрооблучения. Процедура связана с всасыванием яйца в капиллярную трубку с помощью шприца. Внутренний диаметр трубки несколько меньше диаметра яйца. Поворотом головки шприца добиваются всасывания яйца; противоположным поворотом обеспечивают выталкивание яйца из капилляра (рис. 19, *a*, *b*).

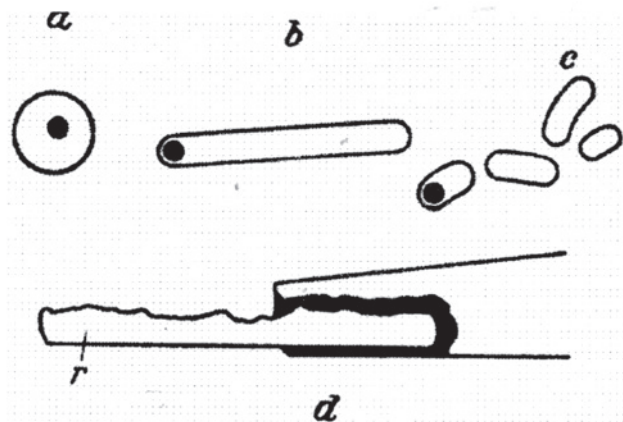


Рис. 19. Микровытяжной прибор (пояснения в тексте)

Клетку после этой операции можно разрезать (рис. 19, *c*) с помощью бритвенного лезвия *r*, элемент которого вставляется в валик (рис. 19, *d*).

Капиллярные камеры

Эти приспособления позволяют вводить клетки в капилляры и выводить их оттуда. Конструкция капиллярной камеры изображена на рис. 20, *a*.

На предметном стекле расположены две пластины l и r , между которыми с помощью капль жидкости f устанавливают капилляр k .

Клетку вводят в левую каплю; поворотом пластины r добиваются понижения правого конца капилляра относительно левого. Клетка при этом втягивается в капилляр. Когда она доходит до середины капилляра, осуществляют отрыв капилляра от обеих капль путем подъема его с помощью рычага h с вилкой g (рис. 20, b).

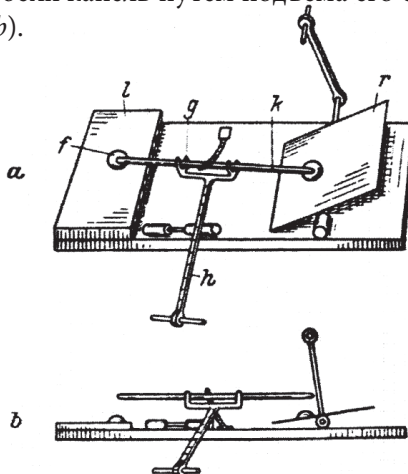


Рис. 20. Капиллярная камера:

a - вид сверху; b - вид сбоку
(пояснения в тексте)

После этого капилляры размещают в одну из послеоперационных камер (типа той, которая изображена на рис. 16) для исследования клеток и манипуляций с ними.

Камера испарения

Данное устройство позволяет иммобилизовать подвижные клетки, исследовать воздействие на них различных газов. Конструкция, изображенная на рис. 21, состоит из металлической рамы r размерами $110 \times 60 \times 16$ мм, закрытой сверху и снизу стеклянными пластинами, причем верхняя пластина - съемная. Камера снабжена двумя планками и объектодержателем ot с отверстием в центре, направляющими sl и кварцевым покровным стеклом q .

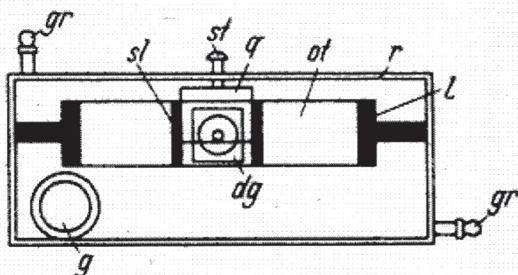


Рис. 21. Испарительная камера (пояснения в тексте)

Образованное отверстием пространство в объектодержателе может быть герметично закрыто с помощью парафинового масла. Сверху располагают обычное покровное стекло *dg*, которое также смазано парафиновым маслом и на которое переносят каплю с клеткой. У передней стороны камеры припаяна латунная трубка со штифтом *st*. Для подвода и отвода газов используются трубки *gr*. На дне камеры имеется сосуд с концентрированной серной кислотой, необходимой для осуществления процесса испарения капли. Испарение контролируется через микроскоп; при иммобилизации клетки с помощью штифта камера закрывается и испарение прекращается.

Приспособление для измерения дыхания

Зачастую представляет интерес исследование процесса обмена веществ в отдельной клетке и установление роли клеточных органелл в этих процессах. Например, можно проводить микрооблучение отдельных органелл (таких как ядра) с одновременным измерением дыхания клеток. Для этой цели С. Чахотин предлагает следующее приспособление (рис. 22), состоящее из тонкого кварцевого капилляра длиной 10 мм и внутренним диаметром 0,2 мм.

В капилляре последовательно располагают: каплю парафинового масла *p1* в качестве заглушки, каплю жидкости *W* с исследуемой клеткой *Z*, газовый пузырек *g*, каплю едкого калия *K* и еще одну каплю парафинового масла *p2*.

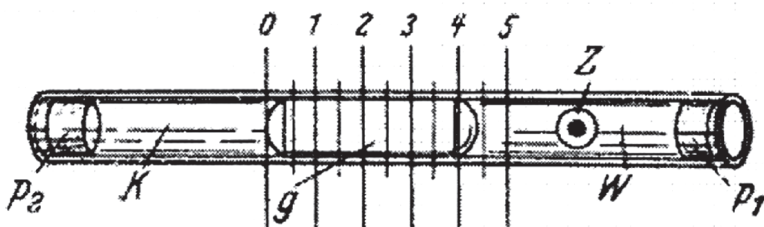


Рис. 22. Приспособление для измерения дыхания (пояснения в тексте)

Капилляр устанавливают на предметном стекле рядом с еще одним капилляром с раствором флуоресцеина, необходимого для фокусировки ультрафиолетового излучения. Процесс измерений сводится к определению объема газового пузырька с помощью окулярометра. В процессе дыхания кислород уходит из газовой смеси, а образующийся углекислый газ поглощается едким кали; объем газового пузырька при этом уменьшается.

Приспособление для заполнения капилляра

Процесс заполнения капилляров связан с такими технологическими операциями, как насечка, ломка капилляров и их заполнение. Для первых двух операций используются следующие конструкции. Одна из них, изображенная на рис. 23, состоит из латунной пластины с планкой l , к которой подводят капилляр K , фиксируемый пластинами pl с помощью винтов Sr .

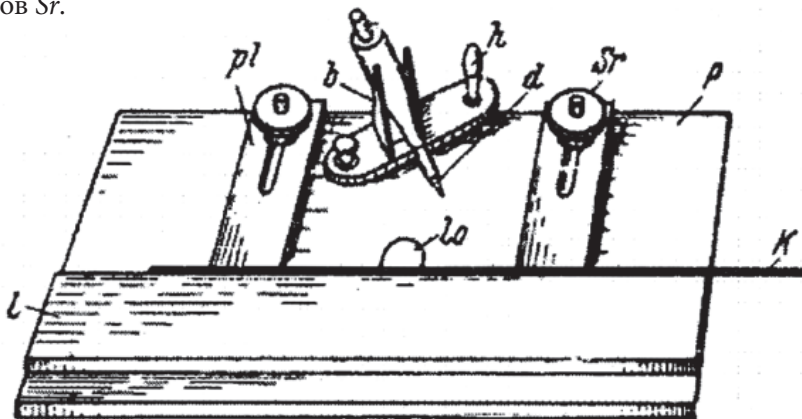


Рис. 23. Микронадсекатель (пояснения в тексте)

В центре пластины имеется отверстие lo диаметром 5 мм, над которым расположен алмазный резец d в оправе b . Поворот резца осуществляют с помощью держателя h . Резцом надсекают капилляр в нужном месте. Ломают надсеченный капилляр с помощью другого приспособления (рис. 24), представляющего собой латунную пластину W с прямоугольным углублением f в центре, закрытым покровным стеклом.

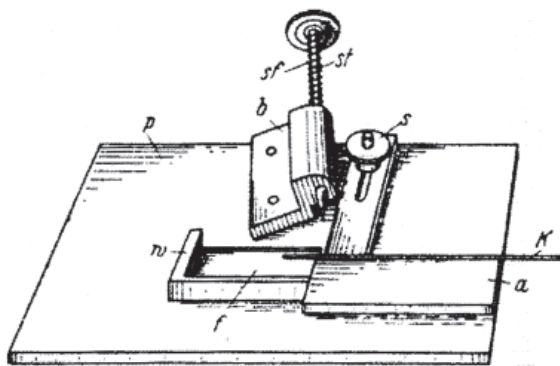


Рис. 24. Микроломатель надсеченного капилляра (пояснения в тексте)

К упорной планке *a* подводят капилляр *K*, который фиксируется с помощью пластины *S*. Насечку располагают над отверстием; используя латунный блок *b* с трубкой, штифтом *st* и пружиной *sf* путем нажатия штифта производят ломку капилляра *K*.

Процесс заполнения капилляра производят с помощью устройства, изображенного на рис. 25.

На латунном основании *p* размером 40×90 мм с отверстием *lo* в центре располагают каретку с пластиной *pl*, перемещающейся вдоль основания.

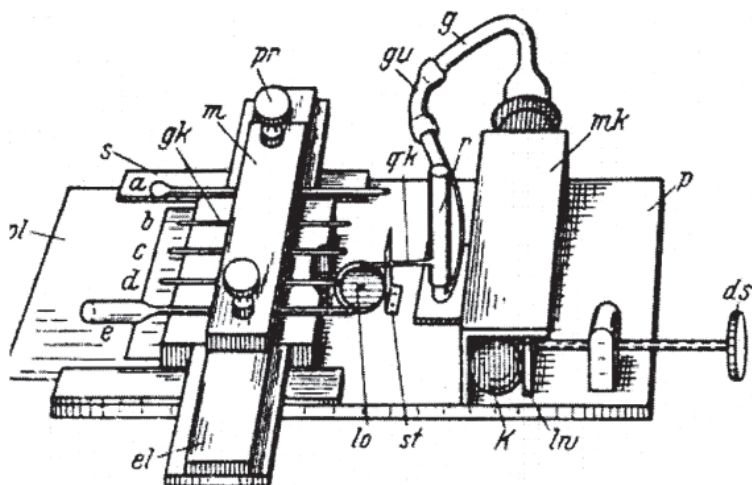


Рис. 25. Приспособление для заполнения капилляра
(пояснения в тексте)

На пластине имеется еще одна каретка с узкой пластиной *el*, перемещающейся поперек основания. В центре этой пластины крепится с помощью прижимных винтов *pr* планка *m*, которая прижимает четыре стеклянных капилляра *gk* и пипетку *d* с клеткой. Один из капилляров (*b*) заполнен парафиновым маслом, второй (*c*) – жидкостью с исследуемой клеткой, третий (*d*) – 5%-ным раствором едкого кали, четвертый (*e*) – газом. Устройство состоит из всасывающей и компрессорной полоски *st*, латунной трубки *r*, шланга *gu*, стеклянной трубки *g* и колпачка *K*. Для сжатия используется латунная коробка *mk*, одна из стенок *lw* которой может выдвигаться с помощью винта *ds*. Кварцевый капилляр *gk* последовательно, путем перемещения каретки с капиллярами, заполняется

содержимым этих капилляров, после чего проводят эксперименты с дыханием.

Приспособление для термоэлектрических опытов

Вставляемый в держатель микроманипулятора инструмент состоит из цапфы *Z* к которой прикреплено плоское асбестовое кольцо *A* (рис. 26).

К его нижней стороне прикреплена проволоочная спираль *S*, свободные концы которой входят в зажимы на эбонитовой пластине *E*. К этим зажимам подводится напряжение 4 В.

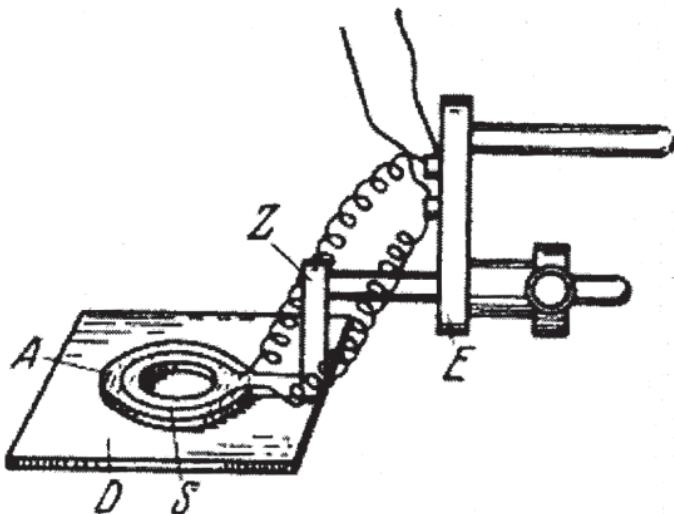


Рис. 26. Приспособление для термоэлектрических опытов (пояснения в тексте)

Контроль температуры производится с помощью капелек окрашенного в различной степени парафина, которые плавятся при различных температурах.

Для термоакустических опытов в держатель вставляется двойная микроигла *M* (рис. 27), обе части которой изолированы друг от друга и соединены с источником напряжения.

С. Чахотин предусмотрел и комбинацию микропипетки с электрическим нагревателем. При прохождении электрического тока через спираль стеклянный баллончик пипетки нагревается и пипетка действует как компрессор; удаление спирали вызывает охлаждение воздуха в пипетке, которая при этом всасывает объект.

Метод микрокапель

Предложенная С. Чахотиным методика позволяет использовать микрокапли для хранения в них клеток, наблюдения за клетками в течение нескольких недель, извлечения клеток, воздействия на них различных физических и химических факторов и т.д.

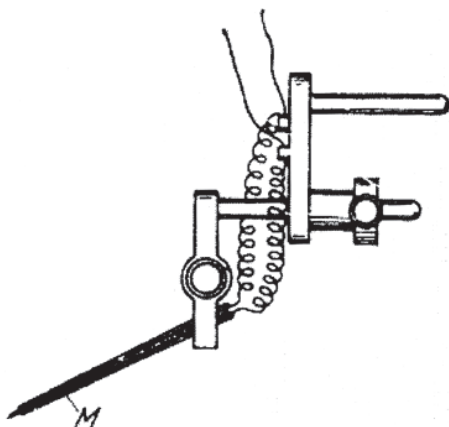


Рис. 27. Приспособление для термоакустических опытов (пояснения в тексте)

С этой целью используют предметное стекло с лункой, которая продувается для удаления пара и заливается чистым и прозрачным парафиновым или вазелиновым маслом (рис. 28).

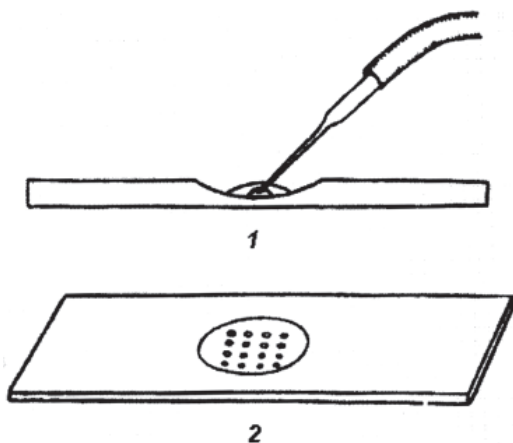


Рис. 28. Метод микрокапель:
1 - заполнение лунки в предметном стекле парафиновым маслом; 2 - нанесение ряда капель с исследуемой культурой в подготовленную лунку

С помощью микропипетки диаметром 10 мкм и горелки Бунзена прокалывают слой масла и осаждают каплю воды. Эту операцию повторяют несколько раз, получая несколько рядов капель.

В эти капли помещают исследуемые клетки. Для предотвращения испарения капли покрывают тонким слоем масла.

Набор таких пластинок с лунками, содержащими ряды капель С. Чахотин назвал “микроклиникой”.

2. УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ МИКРООБЛУЧЕНИЕ КЛЕТОК

Экспериментальная техника

Одним из самых новаторских приемов, которые использовал С. Чахотин в своей деятельности, является воздействие сфокусированного ультрафиолетового излучения на отдельную клетку или её органеллы. Задача представляется далеко не простой даже в наше время; именно поэтому интересно проследить, каким образом решал ученый вставшие перед ним методические и экспериментальные проблемы.

Механическое вмешательство в клетку – иглой, микропипеткой – является возмущающим и поражающим воздействием, которое, к тому же, не может быть строго регламентировано в количественном отношении. Кроме того, механические действия над клеточными органеллами немыслимы без механического повреждения наружной оболочки клетки. Все эти соображения заставили С. Чахотина прийти к необходимости замены механического манипулятора на сфокусированное ультрафиолетовое излучение. В 1912 году уже было известно бактерицидное действие коротковолнового ультрафиолетового излучения, которое использовали для стерилизации питьевой воды.

При разработке метода, который сам автор называл “ультрафиолетовым микроуколом”, пришлось решать ряд конструктивных и методических задач. Необходимо было превратить микроскоп из инструмента наблюдения в операционный аппарат; обеспечить фокусировку коротковолнового ультрафиолетового излучения до размеров, соизмеримых с размерами клеточных компонентов (напомним читателю, что обычные стеклянные элементы оптики не пропускает ультрафиолетовое излучение; для работы с ним требуется кварцевые оптические детали). Немаловажной представлялась задача управления, манипулирования сфокусирован-

ным лучом и определения его местоположения.

Оригинально был решен вопрос с источником ультрафиолетового излучения (нельзя забывать, что ученый работал в начале столетия). В качестве источника ультрафиолетового излучения С. Чахотиным была использована искра, возникающая между магниевыми электродами. В спектре излучения этой искры наблюдалось много плотно расположенных линий в области 280 нм. Схематическое изображение оптической части опыта представлено на рис. 29.

Излучение фокусировали кварцевой линзой $Q1$ после чего направляли на две кварцевые призмы Qp , на которых излучение раскладывалось на отдельные спектральные линии rB , из которых в микроскоп направляли только те, которые находились в области 280 нм.

Выделение этих линий осуществляли с помощью прецизионной щели Sp ; ею же регулировали величину ультрафиолетового луча. После щели излучение проходило через отверстие в зеркале Ls . Само зеркало необходимо для отражения света лампы L , и освещения поля наблюдения.

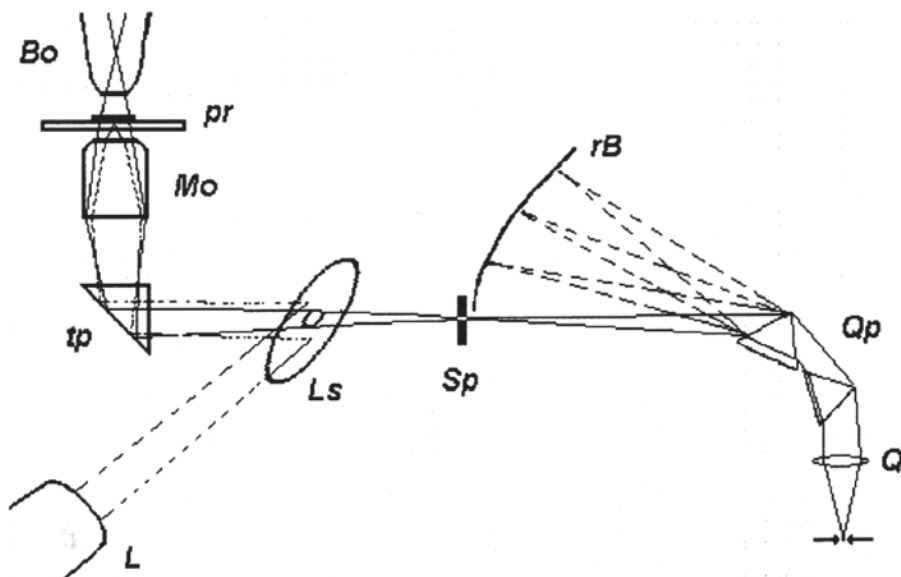


Рис. 29. Схематическое изображение опико-спектральной части ультрафиолетового микробиологического прибора (пояснения в тексте)

С помощью отражательной кварцевой призмы *tp* излучение направляли через монохроматический объектив *Mo*, выполненный также из кварца, на объект *pr*, расположенный на предметном столике микроскопа *Bo*. Система позволяла фокусировать излучение размером от 5 до 2 мкм в плоскости препарата.

Для определения месторасположения микролуча относительно клетки *o* использовали раствор флуоресцеина *s* в сочетании с подвижной механической стрелкой *Z* (рис. 30, *a-d*).

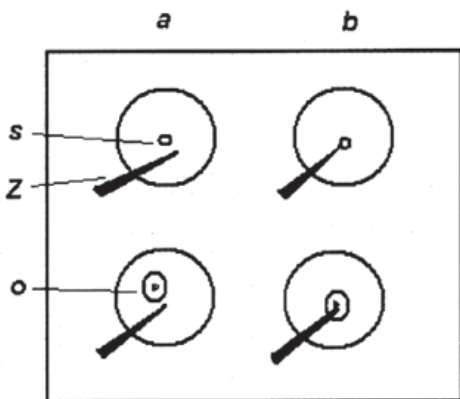


Рис. 30. Определение месторасположения микролуча с помощью капли флуоресцеина: *a* - нанесение флуоресцеина; *b* - подведение механического указателя к капле; *c* - замена флуоресцеина исследуемой клеткой; *d* - подведение клетки к острию указателя

Помимо аппаратных задач С.Чахотину пришлось столкнуться с проблемами фотохимического характера. Для того, чтобы предотвратить повреждение поверхности клетки при микрооблучении ядра, исследователь размещает клетки в смеси растворов, богатых ионами кальция, которые обладают вяжущими или отвердительными свойствами. Для исключения воздействий ультрафиолетового излучения на цитоплазму С.Чахотин использовал центрифугирование клеток, в результате которого ядро смещалось к периферии клетки и слой цитоплазмы между ядром и поверхностью клетки уменьшался а затем сплющивал клетку (рис. 31, *a-c*).

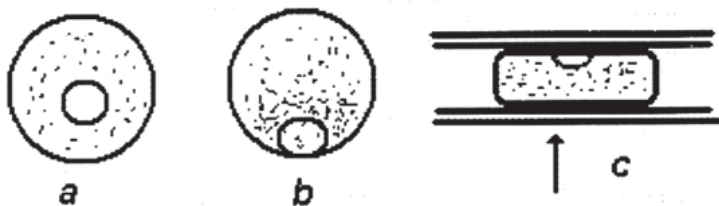


Рис. 31. Центрифугирование исследуемой клетки с целью смещения ядра к периферии: *a* - клетка до центрифугирования; *b* - клетка со смещенным ядром; *c* - сплюснутая клетка в процессе облучения

Техника микроманипулирования, операционные и послеоперационные камеры описаны в предыдущих разделах.

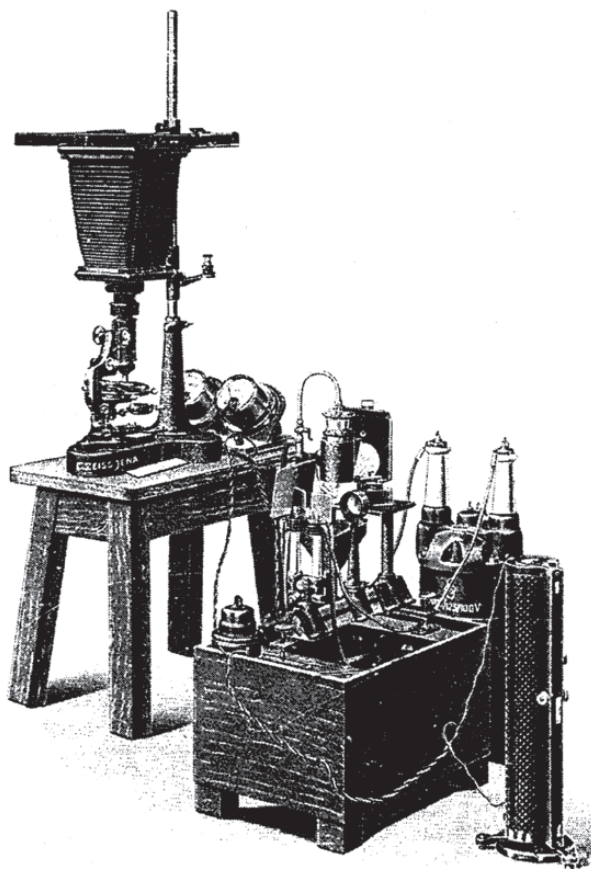


Рис. 32. Экспериментальная установка С. Чахотина, предназначенная для микрооблучения клеток

В целом, экспериментальная установка, предназначенная для микрооблучения клеток, представляет собой сочетание микроскопа, источника ультрафиолетового излучений и оптических элементов (рис. 32).

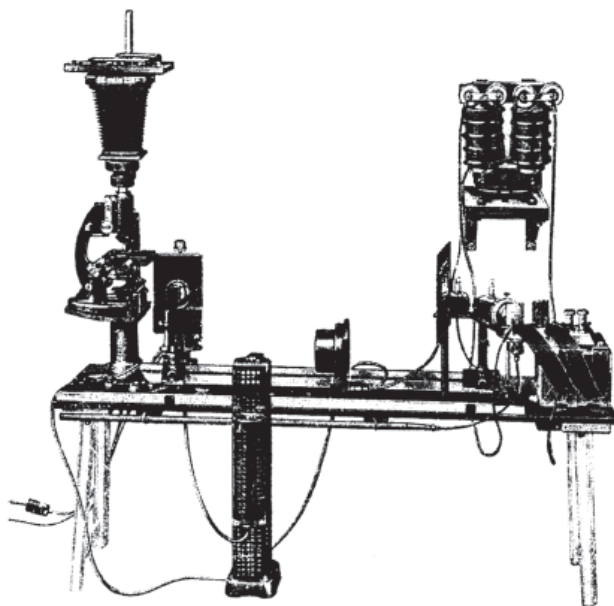


Рис. 33. Вариант установки для микрооблучения с расположением на оптической скамье (справа налево): индуктора с источником питания; диафрагм; оптических элементов; микроскопа; фотоаппарата

Для получения искры как источника ультрафиолетового излучения был использован индуктор, состоящий из искрового промежутка, образуемого электродами bF , конденсаторов K и катушки индуктивности S , предохранителя Fs , трансформатора T , амперметра A , реостата W , включателя Sch (рис. 34).

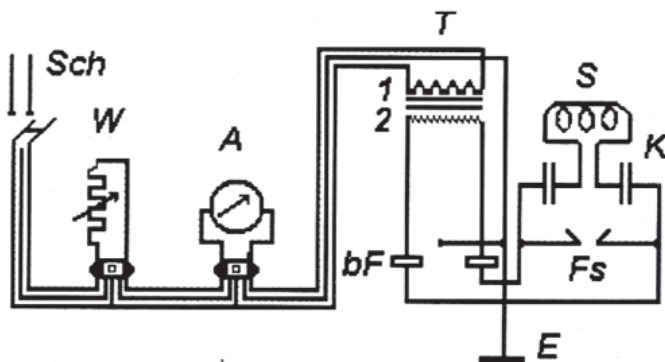


Рис. 34. Схема электропитания дуги, используемой в качестве источника ультрафиолетового излучения (пояснения в тексте)

При необходимости использования ультрафиолетового излучения сравнительно невысокой интенсивности использовали вариант оптической схемы, изображенный на рис. 35, а. Здесь f - дуга; lk и Kk - кварцевые линзы; P - призмный столлик; T - тубус; Kh - конденсор; Sp - щель; Sf - штатив микроскопа; tr - призма; Ls - зеркало. На рисунке проставлены и расстояния в миллиметрах между элементами схемы.

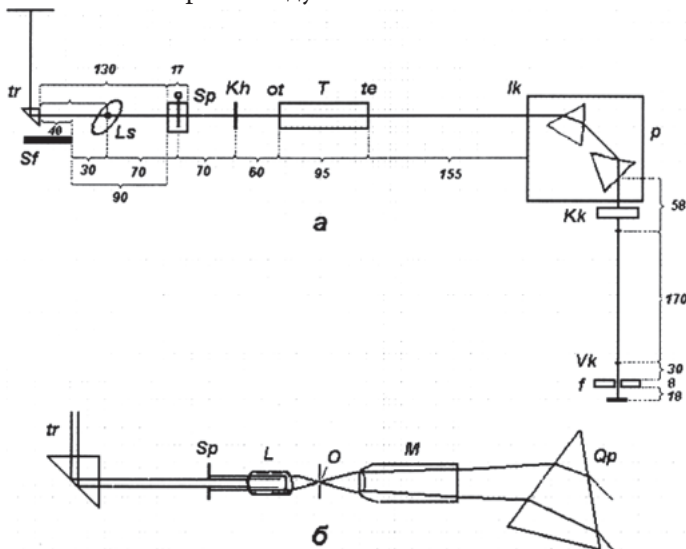


Рис. 35. Схема установки для микрооблучения с использованием высоких интенсивностей ультрафиолетового излучения (пояснения в тексте)

В случае использования высоких интенсивностей ультрафиолетового излучения применяется вариант схемы, изображенный на рис. 35, б. В данном варианте в кварцевой объектив попадает больше света. С этой целью используют сочетание призмы Qp , объектива M , диафрагм O и Sp , кварцевого окуляра l и призмы tr . Ультрафиолетовый луч, имевший диаметр 6 мм, после прохождения такой оптической системы сужается до 3 мм, за счет чего и увеличивается интенсивность.

Методика микрооблучения

Первым этапом в процессе микрооблучения является наведение сфокусированного излучения на объект. С этой целью на предметном столике микроскопа устанавливают препарат с каплей флуоресцеина и наводят на него резкость в светлом поле.

Затем свет отключают. Устанавливают расстояние между электродами равным 1 мм и включают электрический ток. С помощью флуоресцирующего экрана (уранилового стекла) настраивают оптическую систему так, чтобы в щель попадала группа линий при 280 нм. Перемещая кварцевый объектив, добиваются четкого изображения светящейся зеленой точки в препарате. Затем, убрав ураниловое стекло, получают изображение щели. К этому изображению подводят указатель, совмещая его конец с изображением укола. Дугу перекрывают. Поле зрения опять делают светлым и размещают исследуемую клетку на предметном столике, совмещая ее с концом указателя, и подают ультрафиолетовое излучение на объект.

Для дозирования и количественных оценок интенсивности излучения С. Чахотин использовал кадмиевый фотоэлемент Z , сопряженный с источником питания E , тубусом ro и призмой gp (рис. 36); юстировку излучения, попадающего на фотоэлемент, он осуществлял с помощью уранилового стекла.

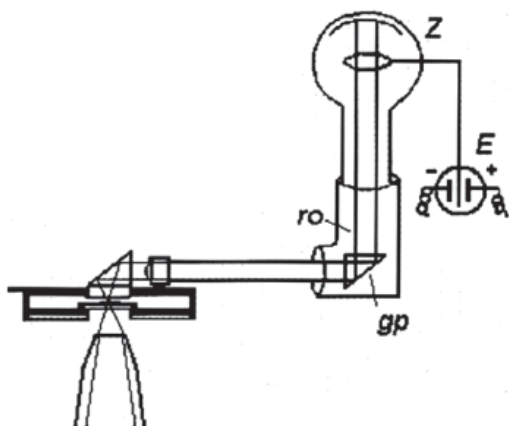


Рис. 36. Схема регистрации и дозирования ультрафиолетового излучения: Z – кадмиевый элемент; E – источник питания; gp – призма; ro – тубус

Результаты микрооблучения клеток

В своих ранних работах, опубликованных в 1912 году, С. Чахотин сообщает о результатах применения сфокусированного ультрафиолетового излучения для терапии злокачественных опухолей. К тому времени уже проводились эксперименты по использованию рентгеновского излучения и радиоактивных изотопов радия для лучевой терапии в сочетании с введенными в организм химическими препаратами (в частности, холином).

Было обнаружено, что ионизирующие излучения и растворы холина вызывали избирательное поражение отдельных тканей, особенно богатых лецитином. В пользу того свидетельствовали опыты, проведенные С. Чахотиным с расщеплением лецитина на компоненты при облучении его оптическим и ионизирующим излучениями. Для объяснения подобного поражающего действия излучений был выдвинут ряд гипотез, предполагающих разрушение ферментов, изменение проницаемости протоплазматической оболочки.

Сам С. Чахотин для выяснения возможных механизмов действия излучений на клетки сформулировал цель исследования следующим образом – если при облучении лецитин расщепляется, то образуемый при этом холин как липоидорастворимый компонент должен удерживаться дольше, чем другие продукты распада лецитина, липоидонерастворимые. Обнаружить холин себя может щелочной реакцией. Индикатором этой реакции С. Чахотин избрал липоидорастворимый краситель (нейтральный красный), приобретающий при кислой реакции красно-фиолетовый цвет, при щелочной – соломенно-желтый. При воздействии ультрафиолетового излучения краситель не изменял своей окраски.

Объектами исследований были выбраны яйца морских ежей, клетки крови лягушек, птиц и раковые клетки мышей. Все эти виды клеток богаты лецитином. Было обнаружено, что предварительно окрашенные с помощью красителя в ярко-красный цвет клетки после облучения приобретают желтый цвет и распадаются. Добавляя липоидорастворимые кислоты для нейтрализации предположительно образовавшихся оснований, С. Чахотин наблюдал красную окраску. Этот факт подтверждал гипотезу о том, что сам краситель не выщелачивается из клеток при их распаде или изменении проницаемости протоплазматической оболочки. Добавление холина в клетки вызывало изменение окраски из красной в желтую.

С. Чахотин пришел к выводу, что при облучении клеток в них появляются ионы OH^- , обусловившие изменение цвета красителя. При этом возникал вопрос о происхождении этих ионов – является ли они результатом распада какой-либо субстанции, или же проникают в клетку в результате изменения ее проницаемости из окружающей среды. Для решения этой проблемы С. Чахотин помещает клетки крови, ядра которых были окрашены в красный цвет, в изотонический раствор (0,6%-ный раствор NaCl), в котором не было ионов OH^- . При этом он отмечает изменение цвета клеток. Разрушение оболочки яиц морских ежей, окрашенных в красный цвет, не привело к изменению окраски. Все эти факторы свидетель-

ствуют о том, что при облучении клеток возможен процесс образования холина из составных частей клеток лецитина. Наличие в холине ионов ОН обуславливает разрушающее действие на клетку. Вполне очевидно и влияние разрушения клеточной оболочки под воздействием облучения и изменения проницаемости для ионов, поступающих и клетку из окружающей среды. Решающим фактором, по мнению С. Чахотина, в выяснении механизма избирательного действия облучения на клетки злокачественных новообразований, является распад лецитина и цитоллиз вследствие воздействия продуктов деления. Ученый приходит к выводу о перспективности исследования совместного действия облучений и химических препаратов (химиотерапии) при разрушении труднодоступных для хирургического вмешательства опухолей.

Серия экспериментов была посвящена исследованию возможности микрооблучения ядра яйца морского ежа. Предварительные опыты показали, что во избежание поражения слоя цитоплазмы необходимо производить облучение в течение короткого промежутка времени – ядерное вещество поглощает излучение более интенсивно, чем цитоплазма. Кроме того, были учтены имевшиеся к тому времени сведения (J. Loeb, R. Lillie и др.) о влиянии различных ионов на проницаемость плазматической мембраны – в то время как ионы К и Na увеличивают проницаемость, ионы Са оказывают противоположное действие. Воздействие сфокусированного (до 5 мкм и менее) ультрафиолетового излучения на яйцо морского ежа позволяет разрушить его в процессе деления, причем процесс деления тотчас же прекращается. Для исключения возможности разрушения плазматической мембраны необходимо производить микрооблучение в среде, содержащей избыток кальция.

Подвергая яйца морского ежа микрооблучению, С. Чахотин установил, что местная проницаемость плазматической мембраны увеличивается при воздействии излучения, что позволяет ионам окружающей среды проникать в клетку и вызывать в ней характерную реакцию. Об этом свидетельствуют и опыты с помещением клетки, окрашенной в красный цвет красителем, в раствор, содержащий ионы ОН. После микрооблучения происходит окрашивание яйца в желтый цвет. Во время активации и деления яйца увеличивается проницаемость поверхностного плазматического слоя; у оплодотворенного делящегося яйца местная проницаемость имеет различные значения. Микрооблучение, по мнению С. Чахотина, по своему характеру напоминает естественные стимулы оплодотворения, вызывающие определенные этапы активации яйца, т.е. образование мем-

браны, деление яйца, сегментацию цитоплазмы. Процесс стимулирования клетки микрооблучением проходит настолько медленно, что становится возможным анализировать автономные деления цитоплазмы.

Сферой научных интересов С. Чахотина были исследования функций стигмы у эвгленофитовой водоросли *Euglena gracilis*. Известно, что ряд водорослей проявляет специфические реакции на свет, изменяя при этом свои двигательные характеристики – скорость, направление движения, траекторию и т.д. У некоторых водорослей, в частности, *Euglena gracilis*, имеет место т.н. модуляционный механизм ориентации клеток на свет: если клетка движется к источнику света, то при вращении ее вокруг продольной оси происходит освещение паражгутикового тела, находящегося у основания жгутика и выполняющего функции фоторецептора, непрерывным светом. Сбоку, у края вакуоли, находится стигма – специфическая органелла, выполняющая роль модулятора света для фоторецептора (рис. 37).

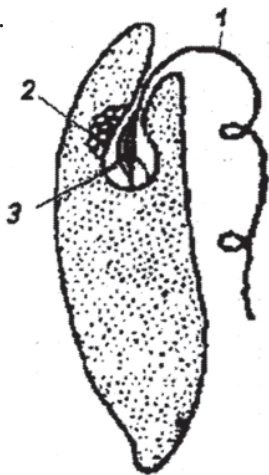


Рис. 37. Схематическое изображение одноклеточной водоросли *Euglena gracilis*: 1 – жгутик; 2 – стигма; 3 – паражгутиковое тело

При отклонении движущейся клетки от направления распространения света происходят периодические затенения стигмой света, попадающего на фоторецептор; клетка производит корректирующие биения жгутиком, возвращаясь к той траектории, при которой модуляции света нет. Эффект усиливается за счет дихроичной природы фоторецептора.

Первые попытки выяснения функций фотоориентационного аппарата *Euglena gracilis* были проведены С. Чахотиным с помощью техники ультрафиолетового микрооблучения. Исследования показали, что при воздействии излучения с длиной волны 280 нм клетки отбрасывали жгутики, резко сокращались, принимая сферическую форму и раздуваясь. Была отмечена различная степень чувствительности переднего и заднего

концов клетки к облучению – сокращение было более внезапным и более существенным при воздействии на переднюю часть клетки. Но самым интересным был опыт исследования фототаксиса *Euglena gracilis*, который ученый провел с присущей ему филигранностью. Два параллельно расположенных кварцевых капилляра, пропускающих ультрафиолетовое излучение, размещались на предметном столике микроскопа. В одном был раствор флуоресцеина, в другом – клетка *Euglena gracilis*.

Вначале сфокусированное ультрафиолетовое излучение фокусировали на капилляре с флуоресцеином и фиксировали место фокусировки механическим указателем. Затем на место первого капилляра помещали второй, с клеткой; ограниченный участок этого капилляра освещался белым светом конденсора микроскопа. Клетка двигалась до границы «свет-тьень», возвращалась ко второй границе и, таким образом, совершала реверсивные движения, определяемые пространственными градиентами света. С помощью микрооблучения стигмы *Euglena gracilis*, С.Чахотин нарушал работу фотоориентационного механизма клетки, что и проявлялось в виде пересечения ею границы освещенного участка. Мало того, возбуждение стигмы монохроматическим светом различной длины волны показало, что красная, желтая и зеленая области спектра не вызывают фотодвижения клетки, чего нельзя сказать о синей и фиолетовой области. На основе проведенных исследований С.Чахотин установил, что стигма действительно является примитивным органом зрения клетки, который управляет ее фотодвижением; ультрафиолетовое (280 нм) облучение стигмы “ослепляет” клетку; в видимой области спектра стигма реагирует на сине-фиолетовый свет; локальное микрооблучение клетки вызывает ее сокращения, причем передняя часть клетки представляется более чувствительной к облучению.

Следует отметить, что представления С.Чахотина о функциональных и спектральных свойствах стигмы *Euglena gracilis* мало изменились и в наше время.

Совместно с французским естествоиспытателем из Сорбонны П.Гаваданом (P.Gavaudan) ученый проводит исследование влияния микрооблучения на гриб *Ascoidea rubescens*. Предварительные эксперименты показали, что при обработке гриба витальными красителями происходят определенные структурные модификации – вакуолярная система сокращается до нескольких сферических вакуолей, расположенных вдоль клетки. Это состояние, продолжающееся несколько минут, обратимо. Облучение клеток по методу С.Чахотина привело к упомянутой выше вакуолярной

реакции после 10–15 с воздействия ультрафиолетового излучения; при облучении части клетки реакция происходит через 15–30 с. Реакция имеет место лишь при помещении клеток в питьевую воду с pH 7,2. Время облучения, необходимое для реализации, зависит от значений pH среды: от 11 с при pH 7,2 до 105 с при pH 4,2. Показано, что возмущающее действие ультрафиолетового облучения *Ascoidea rubescens* является эффективным в присутствии ионов OH. Совместное действие кислот и оснований с одной стороны, и ультрафиолетового излучения – с другой, показало, что вакуолярная реакция происходит при использовании щелочи и не имеет место при добавлении кислоты. Авторы приходят к выводу, что следует отличать реакцию проницаемости поверхностного слоя цитоплазмы от вакуолярной реакции, которая связана с внутренним изменением цитоплазмы. Микрооблучение увеличивает проницаемость клетки для компонентов окружающей среды, что приводит к вакуолярной реакции.

Очень важным представляется исследование О. Чахотина, проведенное с парамециями. Воздействие на клетки ультрафиолетового излучения с длиной волны 310 нм не приводило к каким-либо нарушениям или изменениям процессов жизнедеятельности клеток.

Однако, добавление раствора эозина в сочетании с микрооблучением приводило к сократительным реакциям клеток. Краситель в данной ситуации выступает в качестве фотосенсибилизатора, повышающего чувствительность организма к излучению.

Продолжая серию экспериментов с парамециями, С. Чахотин облучает одну из сократительных вакуолей, а затем и вторую. Клетки перестают пульсировать и выделять воду. Но если подвергнуть микрооблучению цитостом, вода выделяется за счет диффузии через поверхность клетки и парамеция вновь “оживает”. С. Чахотин сравнивает данное явление с отеком при уремическом кризисе у высших животных и человека.

Итак, основные результаты, к которым пришел С. Чахотин при использовании техники ультрафиолетового микрооблучения (“микроукола”, “лучевой микропункции”, “микрофотохирургии”), можно сформулировать следующим образом:

1. В действии облучения на живую субстанцию необходимо различать как модификацию проницаемости поверхностного слоя клетки, как и коагуляцию белков и других компонентов цитоплазмы. При этом изменение проницаемости клеточной оболочки вызывает поступление в клетку ионов из окружающей среды.

2. Установлен механизм избирательного действия облучения на

клетки злокачественных опухолей, определяемый распадом лецитина и цитолизом вследствие воздействия продуктов деления. Опыты по совместному действию облучения и химических препаратов (фотосенсибилизаторов) свидетельствуют о перспективности фотосенсибилизации для диагностики и терапии злокачественных образований.

3. Воздействие сфокусированного ультрафиолетового излучения (275-280 нм) на яйца морского ежа стимулирует партеногенез яиц, что позволяет изучать процессы оплодотворения.

4. Изучены функции стигмы при воздействии на нее ультрафиолетового (280 нм) и монохроматического излучения в видимой части спектра. Отмечены: участие стигмы в фотодвижении *Euglena gracilis*, чувствительность стигмы в сине-фиолетовой области спектра, влияние локальных микрооблучений на сократительные реакции клетки.

5. Исследованы вакуолярные реакции клеток гриба *Ascoidea rubescens* (из гемиаскомицетов) в зависимости от продолжительности облучения, pH среды, присутствия ионов OH.

6. Обнаружены эффекты микрооблучения парамеций: локальное выпадение ресничек, деформация поверхности, изменение выделений воды, реакции рефлекторного типа, фотосенсибилизирующее действие облучения (310 нм) и эозина на сократительные реакции клеток.

7. Изучена роль ядра в дыхании клетки; проведены фотометрические измерения в области ядра и цитоплазмы.

Наряду с разработанной С. Чахотиным техникой микроманипулирования и серией проведенных им физиологических и эмбриологических исследований эти результаты представляют неоспоримую ценность и в наше время.

Дальнейший прогресс в своей научной деятельности С. Чахотин видит в реализации следующего плана (1935 г.):

1. Продолжение изучения роли клеточного ядра в развитии клеточных процессов; воздействие микрооблучения клетки на ход ее развития, движения, секреции и т.д.

2. Искусственное инициирование развития яйца посредством периферического микрооблучения – метода, по своей сущности являющегося промежуточным между химическим вмешательством и нормальным оплодотворением.

3. Решение проблемы детерминирования в развитии путем микрооблучения отдельных бластомер оплодотворенного яйца и анализа последующих результатов.

4. Разрушение, повреждение или раздражение клеточных органелл с целью выяснения их функций и участия в жизнедеятельности клетки.
5. Искусственное слияние яйцеклеток, фрагментов яйца и бластомеров; проведение опытов по трансплантации и вегетативной гибридизации.
6. Удаление ядер из клеток после микрооблучения; перенос их в другие клетки.
7. Разделение клеток на части с помощью сфокусированного излучения.
8. Дальнейшее исследование проницаемости поверхности клетки, ее изменений во время сегментации и локальных микрооблучений.
9. Изучение влияния различных ионов и токсических веществ на проницаемость клетки.
10. Определение pH среды внутри клетки по изменению ее окраски после облучения.
11. Селективное воздействие сфокусированного ультрафиолетового излучения на отдельные клетки зародыша, находящегося в слабом токсическом растворе, с последующим контролем хода развития организма.
12. Комбинация микрооблучения и ультрамикроскопии с целью изучения локальных изменений коллоидов в клетке после облучения.
13. Проведение исследований с монохроматическим сфокусированным излучением и выявление зависимости эффектов облучения от длины волны.
14. Фотометрия клетки, связанная с определением как поглощенной, так и прошедшей через различные участки клетки энергией.
15. Рассмотрение возможности использования ионизирующих излучений для локальных воздействий на клетку.

IV. РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕЙ С. ЧАХОТИНА В НАШЕ ВРЕМЯ

1. ПСИХОЛОГИЯ МАСС

Сергей Чахотин активно занимался проблемами социальной психологии с использованием концепции условных рефлексов и инстинктов, изучением особенностей поведения больших масс людей, выяснением механизмов превращения этих масс в толпу и управления ею лидерами с помощью средств политической пропаганды.

Именно наличием иерархии среди инстинктов Чахотин объясняет большую эффективность нацистской пропаганды, использовавшей более мощные инстинкты страха и агрессии по сравнению с социал-демократической пропагандой, апеллировавшей к цивилизованным и гуманным темам мира и гармонии.

Метод "психического насилия", который использовался лидерами тоталитарных режимов для оправдания античеловеческих целей национальной изоляции, расизма, антисемитизма и реваншизма, может быть оправдан применительно к социалистической системе и подлинной демократии, поскольку ставит своей целью освобождение человечества от угрожающего насилия тоталитарных режимов. Но этот метод, как указывает Чахотин, приверженец активного социализма, основывается не на страхе, а на энтузиазме, радости и милосердии. Насильственная пропаганда ненасилия!

С. Чахотин отмечает, насколько более привлекательными и гуманными представляются идеи морали, социализма, мира. Но надо действовать. А для этого необходимы как решительность и воля, так и организация действия, т.е. пропаганда.

Ученый подчеркивает, что пропаганда должна носить массовый характер и проводиться безостановочно. Особое внимание должно уделяться изобразительным средствам – простым, привлекающим внимание, понятным с первого взгляда, легко узнаваемым, боевым и, при необходимости, даже агрессивным.

Чрезвычайно важно контролировать ход пропаганды, анализировать выявляющиеся результаты, учитывать ошибки, своевременно оказывать агитационную помощь там, где это необходимо.

Книга С. Чахотина "Насилие над массами путем политической пропаганды" пользовалась большой популярностью в годы ее издания; идеи, предложенные автором, актуальны и в наше время, когда мы часто

бываем свидетелями формирования толпы под влиянием внешних раздражителей [Moncomble, 1983; Volkoff, 1986].

Это и футбольные болельщики, и беснующиеся фанаты панк- и рок-групп. Действия таких толп сопровождаются актами вандализма, нарушениями общественного порядка, погромами и побоищами.

Религиозные толпы характеризуются обожанием какого-либо божества и сопровождаются неумным фанатизмом.

Зачастую политики и диктаторы, используя средства массовой информации и современные методы политической пропаганды, управляют толпой, используя инстинкт подчинения. И в наше время имеют место и демократические, и тоталитарные политические режимы на основе авторитаризма, клептократии, плутократии. Именно тоталитарные режимы осуществляют подлинное насилие над массами.

Предсказания Чахотина о возможном развертывании борьбы между двумя политическими системами, каждая из которых основывается на инстинктах борьбы, – демократической и тоталитарной – реализуются и в наше время.

Чахотин приходит к выводу, что великие идеи свободы, мира, милосердия должны стать неотъемлемой частью нашей природы, рефлексами, закрепленными глубоко в каждом человеческом существе. И достижение этой цели возможно в соответствии с учением И. Павлова путем разумного формирования соответствующих условных рефлексов, пропаганды, и, прежде всего, образования.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЦИТОЛОГИЯ

Экспериментальные методы по ультрафиолетовому микрооблучению клетки, разработанные С. Чахотиным, получили самое широкое приложение к различным областям биологии и биофизики. Рассмотрим некоторые из них.

Исследование свойств, структуры и функций отдельных клеточных органелл

Так, в экспериментальной протозоологии, метод был использован для изучения ряда проблем клеточного морфогенеза инфузорий, в частности, *Paramecium aurelia*, *Urostyla weissei*, *Stentor coerulus* и др. Ленинградские ученые С.И. Фокин и Д.В. Осипов (1975) поставили своей целью использовать ультрафиолетовое облучение инфузорий для исследования

ядерного дуализма. Дело в том, что у таких микроорганизмов как инфузории вегетативная клетка содержит ядра двух различных типов: соматическое, высокополиплоидное – макронуклеус (МА) и генеративное – микронуклеус (МИ). Селективное облучение этих органелл позволило бы получить информацию о функциональных особенностях отдельных элементов ядерного аппарата.

Обездвиженные клетки *Paramecium caudatum* были подвергнуты воздействию сфокусированного до 70 мкм² (луч имел квадратную форму), а в ряде случаев – до 23 мкм² ультрафиолетового излучения с длиной волны около 260 нм. Исследования проводили с двумя клонами – М-3I с нормальной организацией ядерного аппарата и М-3I-20-омега, содержащим внутриядерные симбионты (в данном случае – грам-отрицательные бактерии). В процессе опытов были подвергнуты облучению чистый МИ в клетках клона М-3I (рис.1, 1), зараженный МИ клеток субклона М-3I-20-омега (рис. 1, 2а), зараженный МИ с последующей реактивацией видимым светом (рис. 1, 2б), участок МА клеток М-3I-20-омега (рис. 1, 3), участок цитоплазмы клеток М-3I-20-омега (рис.1, 4), и, наконец, делящиеся клетки субклона М-3I-20-омега (рис.1, 5).

Авторы установили, что элементы ядерного аппарата инфузорий характеризуются неодинаковой чувствительностью к ультрафиолетовому облучению. Были произведены количественные оценки чувствительности цитоплазмы, макро- и микронуклеуса и симбиотических бактерий МИ. В результате микрооблучения могут иметь место снижение эффективности клонирования, утрата микронуклеусом бактерий, появление клеток с несколькими микронуклеусами. Отмечена возможность восстановления повреждений, вызванных ультрафиолетовым облучением, при освещении клетки видимым светом.

Селективная функциональная инаktivация микроядер в трех клонах *Paramecium putrinum* была достигнута за счет местного ультрафиолетового микрооблучения [Fokin, 1978]. Ультрафиолетовое излучение вызвало исчезновение микроядер, гибель облученных клеток и фрагментацию макронуклеуса. Автор предположил, что фрагменты макронуклеуса являются своего рода функциональной заменой утраченного или поврежденного генеративного ядра.

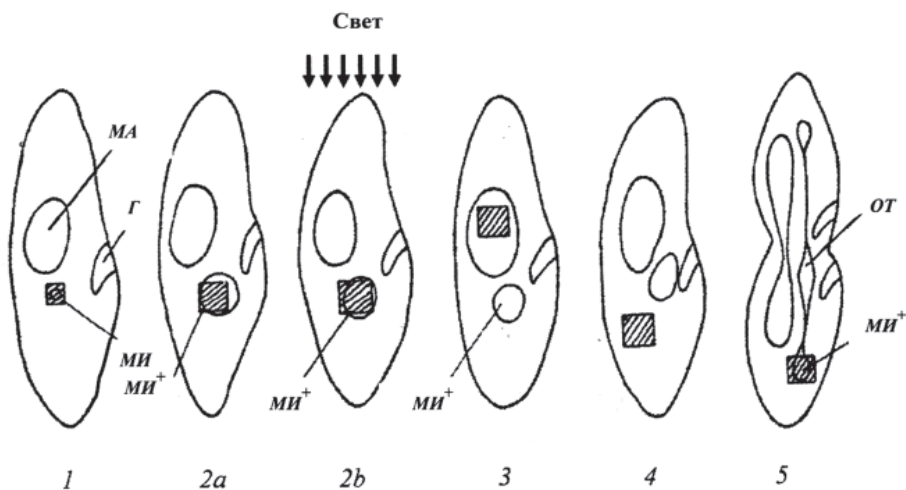


Рис. 1. Серия опытов, проведенных С.И.Фокиным и Д.В.Осиповым, по ультрафиолетовому облучению парамеций (1 - клон М-31, МА - макронуклеус, МИ - микронуклеус, Г - глотка; 2а - зараженный микронуклеус клеток субклона М-31-20-омега, МИ⁺ - микронуклеус, инфицированный омега-частицами; 2б - зараженный МИ с последующей реактивацией видимым светом; 3 - участок макронуклеуса клеток М-31-20-омега; 4 - участок цитоплазмы клеток М-31-20-омега; 5 - делящиеся клетки субклона М-31-20-омега, ОТ - остаточное тело веретена деления зараженного микронуклеуса. Заштрихованные квадраты - зона микрооблучения (дана не в масштабе)

Лазерное микрооблучение нервных клеток рака позволило А.В.Узденскому (1982, 2004) исследовать ультраструктурные и цитохимические изменения митохондрий облученного нейрона. Автор наблюдал группировку митохондрий в околоядерной зоне, неравномерные изменения профиля ядерной мембраны и локализацию ядерного хроматина. Все это свидетельствует о различной метаболической активности отдельных областей сомы нейрона при лазерном микрооблучении.

Подлинный расцвет техника микрооблучения получила после появления уникального прибора - лазера. Лазер представляет собой устройство, которое генерирует когерентные электромагнитные волны за счет стимулированного излучения активной средой, размещенной в оптическом резонаторе. Принцип действия лазера может быть объяснен аббревиатурой *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* или *LASER*

(“усиление света за счет стимулированного излучения”). Основными свойствами лазерного излучения являются монохроматичность, когерентность, направленность и яркость.

С созданием этого устройства были сразу же проведены попытки использовать лазерное излучение для воздействия на клетку и ее органеллы. Пионерской здесь можно считать работу Бессиса с соавторами [Bessis and Ter-Pogossian, 1965], связанную с лазерным микрооблучением клеток крови.

Можно отметить также целенаправленные исследования структурно-функциональных особенностей клеток, проводимые Бернсом с коллегами, которые использовали сфокусированное лазерное излучение для исследования различных клеточных структур и функций клеток, установления точного месторасположения клеточных органелл, а также их селективной инактивации и удаления [Berns et al., 1991; Berns, 2007; Berns and Greulich, 2007].

В настоящее время спектр возможных применений лазерного микрооблучения клетки довольно широк и вряд ли возможно осветить результаты всех исследований. Достаточно ознакомиться с основными работами в этой области: Bessis and Ter-Pogossian, 1965; Posudin, 1985, 1989; Berns et al., 1991; Curran et al., 2000; Curran and Murray, 2005; Espina et al., 2006; Ahmed, 2006; Greulich et al., 2007; Berns, 2007; Berns and Greulich, 2007; Berns et al., 2007; Gilbrich-Wille, 2013; Vandewoestyne et al., 2013.

Остановимся лишь на некоторых, наиболее характерных исследованиях с использованием микрооблучения клеток.

Идентификация клеточных органелл

В своих работах С. Чахотин направлял сфокусированное ультрафиолетовое излучение на стигму – специфическую органеллу одноклеточной водоросли *Euglena gracilis* с целью выяснения ее функциональных особенностей в процессе фотоориентации клетки относительно направления распространения света. Эта способность *E. gracilis* демонстрировать характерные реакции на свет была известна еще в начале столетия. Вполне естественным был интерес ряда исследователей, в том числе и С. Чахотина, к проблеме исследования механизма фотоориентации и степени участия клеточных органелл в процессе фотодвижения *E. gracilis*.

Эта водоросль проявляет двигательные реакции на изменения внешнего освещения (например, внезапное уменьшение или увеличение интенсивности света); при этом жгутик, производящий обычно колеба-

ния относительно продольной оси клетки, изменяет свое положение, колеблясь а перпендикулярном направлении. Причем, в процессе этих переориентаций жгутика клетка производит повороты. По мнению некоторых авторов [Diehn B., 1970, 1979] клетки *E. gracilis* способны сосредотачиваться в области умеренной освещенности или покидать ярко освещенные участки.

В этих реакциях *E. gracilis* на внешние световые условия особую роль играют две органеллы – стигма и паражгутиковое тело – специфическая органелла, выполняющая функции фоторецептора. Мы писали выше о модуляционном механизме фотоориентации клетки при ее вращении. Тот факт, что фотореакции *E. gracilis* проявляются в определенной спектральной области (от 350 до 500 нм), позволяет предположить участие в фотодвижении определенных пигментов. Вполне естественной представляется попытка идентифицировать эти пигменты, выделив такие фоторецепторные органеллы и проведя соответствующий спектральный анализ. Однако, паражгутиковое тело *E. gracilis* имеет довольно малые ($1 \times 0,3 \times 0,4$ мкм) размеры, так что процедура его выделения является не простой задачей. Вот здесь-то и приходит на помощь техника микрооблучения, разработанная С.Чахотиным и модифицированная с учетом современных достижений техники [Коломбетти и др., 1981].

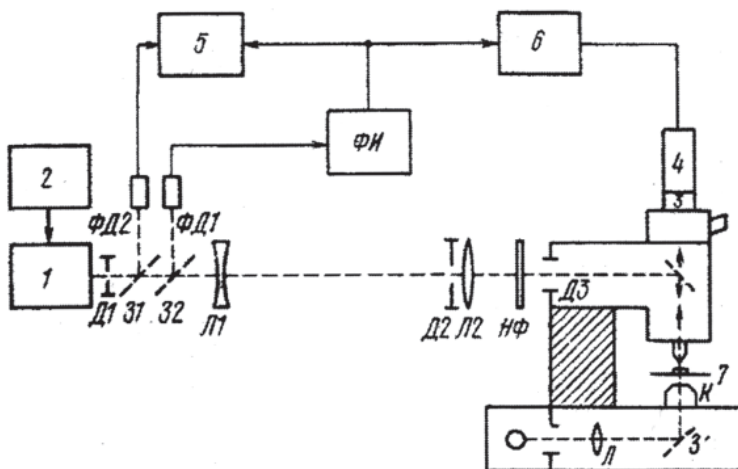


Рис. 2. Схема лазерного спектрофлуориметра: 1 – лазер на красителях; 2 – азотный лазер накачки; 3 – жидкостный фильтр; 4 – фотоприемник; 5-6 – многоканальные анализаторы; 7 – объект; Д1-Д3 – диафрагмы; Л1-Л2 – линзы; З1-З2 – зеркала; НФ – нейтральный фильтр; ФД1-ФД2 – фотодиоды; ФИ – формирователь импульсов; К – конденсор

Так, для идентификации пигментов, находящихся в паразгутиковом теле *E. gracilis*, был использован лазерный спектрофлуориметр, состоящий из перестраиваемого по частоте лазера на красителях, люминесцентного микроскопа и системы регистрации (рис. 2).

Излучение лазера, область перестройки которого составляет 380-480 нм, фокусируется с помощью объектива микроскопа и направляется на паразгутиковое тело *E. gracilis*, возбуждая при этом флуоресценцию пигментов. Излучение флуоресценции проходит через микроскоп в обратном направлении, жидкостный фильтр и попадает на фотоприемник, электрический сигнал с которого регистрируется многоканальным анализатором.

Экспериментальная установка позволяет сравнивать амплитуды импульсов флуоресценции и импульсов возбуждения, для этого используются второй многоканальный анализатор и формирователь импульсов. Каждый анализатор сортирует прибывающие импульсы по амплитуде, распределяя их по различным каналам.

Подобная система позволяет сфокусировать лазерное излучение в пятно диаметром до одного микрометра.

Для каждой длины волны возбуждения была определена интенсивность флуоресценции собственно паразгутикового тела, цитоплазмы и предметного стекла. Нормированное излучение флуоресценции, определяемое вкладом этих трех факторов, в зависимости от длины волны представляет собой спектр возбуждения пигментов *in vivo*, присутствующих в фоторе-цепторе *E.gracilis* (рис. 3).

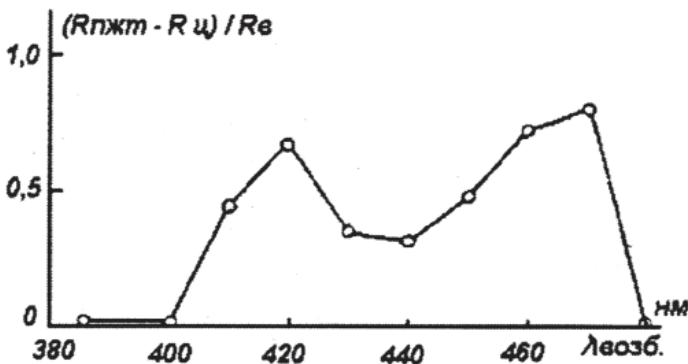


Рис.3. Спектр возбуждения флуоресценции пигментов паразгутикового тела *Euglena gracilis*, полученный методом лазерной микроспектрофлуориметрии. Здесь: $R_{пжт}$, $R_{ц}$ и $R_{с}$ - отклики, полученные при облучении паразгутикового тела, цитоплазмы и предметного стекла соответственно

Сравнение этого спектра с таковым для водного раствора рибофлавина (рис. 4) свидетельствует о том, что именно флавины могут претендовать на роль фоторецепторных пигментов.

Это исследование было выполнено Ф.Гетти, Э.Кампани, Д.Коломбетти, Ф.Ленчи, Э.Полакко (Италия) и автором этой книги [Коломбетти и др., 1981].

Важным параметром в подобных исследованиях является время затухания флуоресценции, поскольку поведение и величина этого параметра существенно зависит от тех путей, по которым передается энергия возбужденной молекулы ее окружению.

Процедура определения времени затухания флуоресценции сводится к фокусировке возбуждающего излучения на клеточную органеллу, приему излучения флуоресценции при возбуждении образца сигналом известной временной формы, преобразований излучения флуоресценции в электрический сигнал и построению зависимостей, позволяющих определить время затухания флуоресценции.

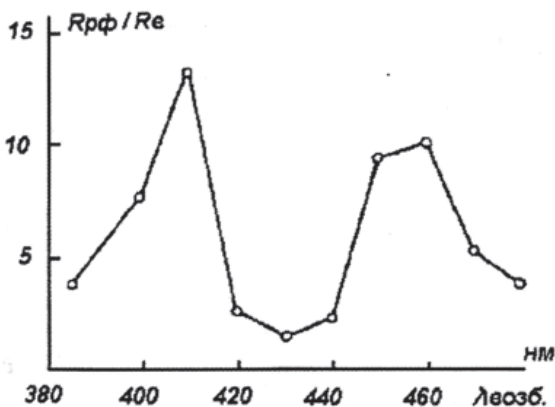


Рис. 4. Спектр возбуждения флуоресценции водного раствора рибофлавина. Здесь R_{pf} и R_C - отклики, полученные при облучении рибофлавина и предметного стекла соответственно

Измерение этого параметра позволяет оценить степень взаимодействия флуорохрома с соседними молекулами, межмолекулярные расстояния, структуру молекул и т.д.

Группа итальянских физиков [Andreoni A., Sacchi C., Svelto O., 1979] провела с помощью техники лазерной микрофлуориметрии исследование вторичной флуоресценции комплексов, образованных молекулой ДНК с рядом акридиновых красителей. При подходящих условиях эти комплексы создаются путем интеркалирования красителя между двумя соседними парами оснований ДНК. Причем отмечено, что интенсивность флуорес-

ценции этих комплексов существенным образом зависит от связываемого участка – она увеличивается при связи красителя между основаниями аденин-тимин и уменьшается в случае комбинации гуанин-цитозин. Обнаружено еще одно интересное свойство комплексов «ДНК-краситель»: при освещении хромосом ультрафиолетовым излучением определенные, довольно узкие (~ 1 мкм) полосы флуоресцируют более интенсивно, чем другие. Очевидно, что явление может быть использовано для идентификации хромосом.

Анализ кривых затухания флуоресценции подобных комплексов позволяет произвести разнообразные количественные оценки.

Лазерная фотохемотерапия

В основе лазерной фотохемотерапии лежат реакции фотосенсибилизации, при которых световая энергия, поглощаемая молекулами, имеющими хромофоры и называемыми фотосенсибилизаторами, передается другим молекулам, не способным поглощать свет.

Явление фотосенсибилизации было описано Оскаром Раабом в 1900 году [Raab, 1900], который изучал жизнеспособность инфузорий *Paramecium* при воздействии на них света и акридинового красителя (акридин гидрохлорида). Действие красителя на клетки в темноте, а также действие света в отсутствие красителя не производили никакого эффекта на жизнеспособность инфузорий, в то время как одновременное воздействие света и красителя приводило к гибели клеток.

Фотосенсибилизация, которая происходит в присутствии кислорода, называется фотодинамическим эффектом (хотя некоторые авторы используют термины фотосенсибилизация и фотодинамический эффект как синонимы).

Основной принцип лазерной фотохемотерапии основан на способности фотосенсибилизатора селективно накапливаться и сохраняться в злокачественной ткани в большей степени, чем в нормальной ткани; воздействие лазерного излучения вызывает разрушение опухоли. Молекула фотосенсибилизатора может поглотить квант света и передать его из синглетного состояния в триплетное; возбужденный в триплетном состоянии фотосенсибилизатор может привести к образованию свободных радикалов или синглетного кислорода. Оба процесса приводят к окислению субстрата (злокачественной ткани), ее некрозу и разрушению. В настоящее время известно большое количество природных и синтетических химических соединений, которые могут выполнять функции фотосенсибилизаторов.

Киевские ученые Н.Ф.Гамалея и Е.Д.Шишко использовали излучение ксенонового (495; 533 и 595 нм) и азотного (337 нм) лазеров для воздействия на опухолевые и нормальные клетки в культуре ткани [Гамалея, 1979; Шишко, 1981]. Диаметр луча составлял 0,6-0,8 мкм.

Целью исследований было выяснение возможности селективной фотосенсибилизации облучаемого участка клетки при совместном действии лазерного излучения и ряда красителей (в частности, акридинового оранжевого, эритрозина, родамина 6G). Кроме того, облучение клеточных органелл излучением азотного лазера (ближняя ультрафиолетовая область) позволило оценить чувствительность этих органелл. Введение химических соединений (красителей, витаминов, коферментов, антибиотиков) позволяет управлять чувствительностью органелл к облучению. Практическая целесообразность этих исследований связана с возможностью реализации диагностики злокачественных опухолей на ранних стадиях и терапии. Селективное поглощение фотосенсибилизатора опухолевыми клетками позволяет при облучении возбуждать их флуоресценцию, а при соответствующем подборе интенсивности света и дозы облучения – и разрушать эти клетки.

Одним из перспективных направлений использования ультра-фиолетового излучения в медицине является ПУВА-терапия (англ. PUVA = **P**соралены + **U**ltra**V**iolet **A**). Псоралены (фурокумарины) – химические соединения, впервые выделенные из семян псоралеи лецинолистной (*Psoralea corylifolia* L.) [Jois et al., 1933]. Псоралены содержатся в таких растениях, как петрушка, пастернак, сельдерей (семейство зонтичных *Umbelliferae*), бергамот, апельсины, грейпфрут (семейство рутовых *Rutaceae*), инжир (семейство *Moraceae*).

ПУВА-терапия используется для лечения псориаза, экземы, атопического дерматита, витилиго, грибовидного микоза и ряда других заболеваний [Light Therapy, 2014]. В качестве источников длинноволнового ультрафиолетового излучения используются эксимерные и перестраиваемые по частоте лазеры на красителях.

Результаты, полученные многими исследователями, свидетельствуют об эффективности лазерной фотохимиотерапии различных типов опухолей и других заболеваний [Spikes, 1985; *Lasers in Photomedicine and Photobiology*, 1980; *Lasers in Biology and Medicine*. 1979; *Porphyrins in Tumor Phototherapy*, 1984].

Исследование клеточных мембран

Читатель помнит, какое внимание уделял С. Чахотин проницаемости клеточной оболочки. Проблема остается актуальной и в наши дни, часто бывает связана с изучением процессов диффузии и конвекции компонентов клеточных мембран. Для исследования этих процессов используется элегантная техника регистрации восстановления флуоресценции после обесцвечивания (ВФПО) [Axelrod et al., 1976]. Суть ее сводится к следующему. Сфокусированное посредством микроскопа лазерное излучение высокой интенсивности в течение малого промежутка времени воздействует на участок клеточной поверхности, связанный с определенным красителем. При этом происходит фотодинамическое разрушение красителя; облучаемая область обедняется флуоресцирующим веществом, в результате чего через некоторое время соседние, необесцвеченные молекулы диффундируют в данную область, восстанавливая флуоресценцию. Возбуждение флуоресценции в данный момент осуществляется с помощью ослабленного примерно в 10^3 раз лазерного излучения. Характер кривой восстановления несет в себе информацию о диффузионных свойствах липидов, гидрофобных пептидов, мембранных белков. Следует отметить высокую воспроизводимость метода ВФПО, отсутствие влияния облучения на диффузионные константы, морфологию клеточной мембраны и ее проницаемость.

Сортировка клеток

Еще одна возможность воздействия на клетки сфокусированного лазерного излучения реализуется с целью их сортировки в процессе флуориметрии клеток в потоке [Mullaney and West, 1973]. Принцип метода заключается в формировании потока из клеточной суспензии и пропускании через него лазерного излучения. При этом происходит измерение поглощения, рассеяния или флуоресценции клеток с последующей их сортировкой по определенным признакам. В последнем случае сигнал, полученный после взаимодействия сфокусированного лазерного луча с клеткой, управляет электронной системой, которая заряжает клетки. Обработанные таким образом клетки проходят через электрическое поле, отклоняясь в ту или иную сторону в соответствии с зарядом.

Лазерная микрофотометрия и микрофлуориметрия клеток в потоке используется для подсчета содержания ДНК и белков в клеточных популяциях, наличия вирусов в зараженных клетках, определения антигенов на клеточной поверхности. Возможен также анализ относительного

содержания клеток, находящихся в различных стадиях развития. Метод позволяет изучать механизмы воздействия различных химических препаратов на клеточную активность, выявлять злокачественные клетки, белые кровяные тельца и т.д.

Метод Чахотина микрооблучения клеток и тканей нашел свое применение при разработке шлейфовых гальванометров светолучевых осциллографов для автоматизации экспериментально-морфологических исследований [Градов и др., 2014].

Электрофизиология клетки

Эксперименты С.Чахотина по исследованию биоэлектрических токов у беспозвоночных получили свое развитие и в наше время. Так, следует отметить работы П.Г.Костюка, О.А.Крыштала (1981) по расшифровке механизмов возникновения и распространения в клетке нервного импульса, связанного со способностью клеточной мембраны возбуждаться, т.е. создавать трансмембранный ионный ток за счет мгновенного изменения своей проницаемости. С точки зрения методики авторы использовали перфузию – произвольную замену внутриклеточной среды. Для этого ими была использована экспериментальная камера, позволяющая осуществлять полную замену внутриклеточной среды в изолированных клетках через поврежденный участок поверхности мембраны. Камера делится на две части перегородкой, в которой имеется микропора. Изолированная клетка с помощью микропипетки помещается в эту микропору. Клетку повреждают с нижней стороны, так что обе части камеры, по сути, разделены только клеточной мембраной. Система регистрации, состоящая из набора усилителей, позволяет фиксировать потенциал на мембране диализируемой клетки.

Развитием метода внутриклеточного диализа можно считать использование пластиковой микропипетки, согнутой под углом и проколотой полированной иглой в месте сгиба [Крышталь и Пидопличко, 1975]. К отверстию присасывается клетка, мембрана которой с внутренней стороны пипетки разрушается. Затем к клетке подводится вторая микропипетка (рис. 5).

В итоге образуется система с двумя независимыми контурами перфузии внутриклеточного раствора. Измеряемые значения мембранного потенциала позволяют оценить кинетику кальциевых входящих токов и воротных токов кальциевых каналов.

Еще одно направление, связанное с исследованием фотоэлектриче-

ских процессов клетки, получило свое развитие в работах Ф.Ф.Литвина и О.А.Синещекова (1988).

Метод внеклеточной регистрации потенциалов на клетке, помещенной в микропипетку, позволяет изучить целый комплекс биоэлектрических реакций клетки на свет.

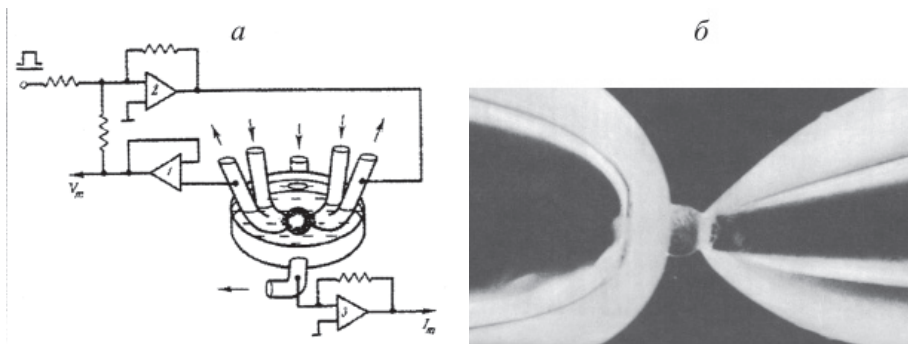


Рис. 5. Метод внутриклеточной перфузии, разработанный О.А.Крышталем и В.И. Пидопличко. а. Перфузия с помощью двух пор. Схема установки: 1 – входной усилитель; 2 – усилитель фиксации потенциала; 3 – усилитель тока; б. Микрофотография клетки, перфузируемой с помощью двух пор

В качестве объекта исследований была выбрана одноклеточная зеленая водоросль *Naematococcus pluvialis*. Были обнаружены два типа потенциалов – положительный, отражающий поверхностные свойства мембраны, и отрицательный, трансмембранный. Кроме того, выявлены строго периодические изменения положительного потенциала под действием света и быстрые обратимые изменения его уровня.

Исследована кинетика процесса генерации разности электрических потенциалов в зависимости от интенсивности и длительности светового стимула. Отмечена индуцируемая светом периодическая электрическая активность клетки при изменении направления движения.

Спектр действия фотоиндукции рецепторного потенциала *Naematococcus pluvialis* в ответ на изменение направления распространения стимулирующего света (рис.6, 1) и изменение интенсивности света во времени (рис. 6, 2) идентичен по форме спектру действия двигательных

реакций *Euglena gracilis* (рис. 6, 3) и спектру поглощения галобактерий (рис. 6, 4).

Вместе с тем следует отметить четкие пики в измеренном спектре, что свидетельствует об участии более чем одного пигмента в фотодвижении водоросли.

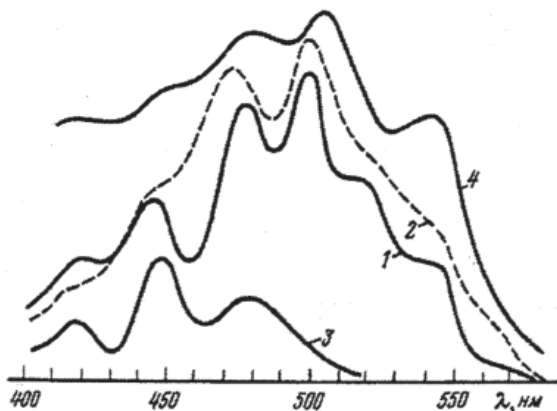


Рис. 6. Спектры действия фотоиндукции рецепторного потенциала фототаксиса (1) и прямой фотофобической реакции (2) у *Naematococcus pluvialis*, полученные О.А.Синещевым и .Ф.Литвиным. Для сравнения представлены спектры действия обратной фотофобической реакции у *Euglena gracilis* (3) и спектр поглощения галобактерий (4)

Использование ионизирующих излучений

Идеи С.Чахотина относительно возможности использования ионизирующих излучений для локальных воздействий на клетку и клеточные органеллы также реализованы в наше время. Хотелось бы упомянуть появившуюся в 1965 году работу А.А.Вайнсона, посвященную исследованию возможности микрооблучения животных клеток α -частицами. Для выделения узкого (4 мкм) пучка α -частиц автор использовал специально подготовленные диафрагмы, которые располагали в непосредственной близости от исследуемых клеток HeLa; последние были выращены на тонких пластинах слюды или лавсановой пленке. Целью исследования было изучение роли поражения цитоплазмы и ядра в метаболизме клеток HeLa после микрооблучения.

Экспериментальная установка представляла собой микроскоп, на предметном столике которого устанавливали исследуемый объект и диафрагму. Была предусмотрена возможность замены тубуса микроскопа, с помощью которого осуществляли наблюдения за объектом, на источник

ионизирующего излучения (полониевый, 2-7 мккюри/мм²). Измерения и дозиметрию α -пучка производили путем фотографирования. Разработанная установка позволила установить, что при облучении как всей клетки, так и только ядра дозовая кривая синтеза ДНК является двухкомпонентной, причем в обоих случаях точка перегиба соответствует одинаковым дозам.

Первое издание книги "Биофизик Сергей Чахотин" вышло в свет в 1995 году. За это время количество работ, посвященных использованию воздействия лазерного излучения на клетку, возросло неимоверно. Объемы настоящего издания не позволяют провести обзор всех этих работ. Мы можем посоветовать читателю выполнить библиографический поиск в системе Интернет, используя ключевые слова: laser scissors; laser microbeam; laser microdissection; laser capture microdissection (LCM); microdissection; laser microdissection (LMD); laser-assisted microdissection (LAM); laser microscopy; laser capture microscopy, лазерная микродиссекция, лазерная захватывающая микродиссекция; лазерная микрофлуориметрия.

ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Вайнсон А.А. 1965. Установка для локального облучения животных клеток микропучком α -частиц. *Радиобиология*. т.5. вып.5. с.752-756.

Гамалея Н.Ф. 1979. Применение излучения лазеров в цитологических исследованиях. В кн.: *Фотобиология животной клетки*. Ленинград: Наука. с.194-200.

Градов О.В., Зайцев Е.В., Яблоков А.Г. 2014. Применение шлейфовых гальванометров светолучевых осциллографов для автоматизации экспериментально-морфологических исследований по методу Чахотина на установках для микропучкового облучения тканей и клеток: альтернатива гальва-нометрических сканеров КГЦ-диапазона. *Биомедицинская инженерия и электроника*. № 2 (6):1-43.

Коломбетти Дж., Гетти Фр., Ленчи Фр., Полакко Э., Посудин Ю.И., Кампани Э. Лазерная микроспектрофлуориметрия фотопигментов *in vivo*. *Квант. электроника*. 1981. Т.8, № 12. с.2680-2683.

Костюк П.Г., Крышталь О.А. *Механизмы электрической возбудимости нервной клетки*. М.: Наука. 1981. 204 с.

Крышталь О.А., Пидопличко В.И. 1975. Внутриклеточная перфузия гигантских нейронов улитки. *Нейрофизиология*. 7: 327-329.

Посудин Ю.И. 1985. *Лазерная микрофлуориметрия биологических*

объектов. Киев. Вища школа, Головное изд-во. 106 с.

Посудин О.И., 1989. *Лазерная фотобиология*. Киев: Вища школа, Головное изд-во. 246 с.

Синещев О.А., Литвин Ф.Ф. 1988. Механизмы фототаксиса микроорганизмов, В кн.: *Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения*. М. Наука. с.212-227.

Узденский А.Б. *Клеточно-молекулярные механизмы фотоповреждения нервных и глиальных клеток лазерным микрооблучением и фотодинамическим воздействием*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Воронеж, 2004.

Узденский А.В. 1982. О селективности и локальности воздействия при лазерном микрооблучении клеток. *Цитология*. т.24. №10. с.1119-1132.

Фокин С.И., Осипов Д.В. 1975. Влияние локального УФ-микрооблучения на ядерный аппарат и цитоплазму инфузорий *Paramecium caudatum*. *Цитология*. т.17. №9. 1073-1080

Шишко Е.Д. 1981. Лазерное микрооблучение клетки. Труды Всесоюзной конференции "Применение методов и средств лазерной техники в биологии и медицине". Киев. с.140-147.

Ahmed F.E. 2006. Laser Microdissection: Application to Carcinogenesis. *Cancer Genomics & Proteomics*. 3: 217-226

Andreoni A., Sacchi C.A., Svelto O. 1979. Structural Studies of Biological Molecules via Laser-Induced Fluorescence; acridine-DNA complexes. In: *Chemical and Biochemical Application of Lasers*/ C.B. Moore, ed.acad. Press, N. Y., 4: 1-30.

Axelrod D., Koppel D.E., Schlessinger J. et al. 1976. Mobility Measurement by Analysis of Fluorescence Photobleaching Recovery Kinetics. *Biophys. J.* 16: 1055-1069.

Berns M.W. 1974. *Biological Microirradiation. Classical and Laser Sources*, Englewood Cliff., Prentice Hall, New York.

Berns M.W. 2007. A History of Laser Scissors (Microbeams). *Methods Cell Biol.* 82: 1, 3-58.

Berns, M. W. and Greulich, K. O. 2007. Laser manipulation of cells and tissues. *Methods in Cell Biology*, vol. 82. New York.

Berns, M.W., Wright, W.H., and R. Wiegand Steubing. 1991. Laser microbeam as a tool in cell biology, *Int. Rev. Cytol.* 129: 1-44.

Bessis M. and Ter-Pogossian M.M. 1965. Micropuncture of cells by means of a laser beam. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 122: The Laser pages 689-694.

Curran, S., McKay, J.A., McLeod, H.L., Murray G.I. 2000. Laser capture microscopy. *Mol Pathol.* 53(2): 64–68.

Curran, S., Murray, G.I. 2005. An Introduction to Laser-Based Tissue Microdissection Techniques. *Methods in Molecular Biology.* 293: 3-7.

Diehn B. 1970. Mechanism and computer stimulation of the phototactic accumulation of *Euglena* in a beam of light. *Photochem. Photobiol.* 11: 407-413.

Diehn B. 1979. Photic responses and sensory transduction in Protozoa. In: *Handbook of Sensory Physiology, Comparative Physiology and Evolution of Vision in Invertebrates.* VII/6A. / H. Autrum (ed.). Springer-Verlag, Berlin. P. 23-66.

Espina V., Wulfschlegel J.D., Calvert V.S., VanMeter A., Zhou W., Coukos G., Geho D.H., Petricoin III E.F., Liotta L.A. 2006. Laser-capture microdissection. *Nature Protocols* 1: 586 – 603.

Fokin S.I. 1978. Effect of local UV irradiation of the generative nucleus on the vegetative functions of the infusorian, *Paramecium putrinum*. *Tsitologiya.* 20(12):1426-1430.

Gilbrich-Wille C. 2013. History of Laser Microdissection <http://www.leica-microsystems.com/science-lab/history/history-of-laser-microdissection/>

Greulich, K. O., Khodjakov, A., Vogt, A., & Berns, M. W. 2007. Sergej Stepanovich Tschachotin: experimental cytologist and political critic (1883-1973). In M. W. Berns, & K. O. Greulich (Eds.), *Laser manipulation of cells and tissues* (pp. 725-734). Amsterdam, Elsevier.

Jois, H. S., Manjunath, B. L. and Venkata Rao, S.: Chemische Untersuchung der Samen von *Psoralea corylifolia*, Linn. I. Chem. Zentr., 104(II): 77, 1933; Chemical examination of seeds of *Psoralea corylifolia*. J. Indian Chem. Soc., 10: 41, 1933.

Lasers in Biology and Medicine. 1979. F. Hillenkamp, R. Pratesi, C.A. Sacchi, eds. N.Y.-London. Plenum Press.

Lasers in Photomedicine and Photobiology. 1980. R. Pratesi, C.A. Sacchi, eds. Berlin-Heidelberg-N.Y. Springer-Verlag.

Light Therapy - National Psoriasis Foundation. 2014. <http://www.psoriasis.org/document.doc?id=152>

Magidson, V., Lončarek, J., Hergert, P., Rieder, C.L., Khodjakov A. 2007. A. Laser Microsurgery in the GFP Era: A Cell Biologist's Perspective. *Methods Cell Biol.* 82: 239–266.

Mullaney P.F. and West W.T. 1973. Dual-parameter Flow Microfluorometer for Rapid Cell Analyser. *J. Phys.* 6: 1006.

Porphyrins in Tumor Phototherapy. 1984. A. Andreoni, R. Cubeddu, eds. N.Y.-London. Plenum Press.

Raab, O. 1900. Ueber die Wirkung fluorescirender Stoffe auf Infusorien. *Z. Biol.* 39, 524–546.

Spikes, J.D. 1985. The Historical Development of Ideas on Applications of Photosensitized Reactions in the Health Sciences. In *Primary Processes in Biology and Medicine*. Bensasson, R.V., G. Jori, E.J. Land and T.G. Truscott, eds. Plenum Press, NY.

Vandewoestyne, M., Goossens, K., Burvenich, C., Van Soom, A., Peelman, L., Deforce, D. 2013. Laser capture microdissection: Should an ultraviolet or infrared laser be used? *Analytical Biochemistry*. 439 (2): 88–98.

Volkoff Vladimir. *La Désinformation arme de guerre*. Ch. III. La propagande dite blanche: un ptaticien parle (Tchakhotine, Le Viol des foules par la propagande politique), p.37-72. Julliard/L'Age d'Homme. Paris. 1986.

Moncomble Yann. *Du Viol des foules à la Synarchie ou le complot permanent*. Ch. I, II. p. 11-81. Faits et Documents. Paris. 1983.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, читатель ознакомился с основными вехами жизненного пути, научной и общественной деятельности замечательного биофизика, микробиолога и цитолога, основоположника современных форм политической пропаганды, ученого международного масштаба Сергея Степановича Чахотина.

Будучи пионером в области использования техники микроманипулирования, ультрафиолетового микрооблучения и ряда приемов в электрофизиологии, С.Чахотин добился результатов, которые продолжают удивлять и воодушевлять исследователей живой клетки и в наше время. Следует напомнить читателю, что ультрафиолетовое излучение не в состоянии пройти через оптику микроскопа, выполненную из обычного стекла. Для фокусировки ультрафиолетового излучения посредством микроскопа необходимо использовать кварцевую оптику. Далеко не просто было исследователю найти в 1912 г. источники ультрафиолетового излучения и провести его спектральный анализ.

Вызывает искреннее восхищение высокая экспериментальная культура ученого, его новаторский подход к решению методических проблем (напомним, что начал С.Чахотин свою активную научную деятельность в 1912 году), его скрупулезность в попытках проанализировать результаты. Многие идеи и технические решения С.Чахотина получили свое развитие

в разнообразных современных приборах и методах.

С уважением относимся мы к его общественно-политической деятельности, в основе которой лежит высокая гражданская убежденность, гуманистические позиции и ответственность ученого.

Основываясь на учении И. Павлова об условных рефлексах, Сергей Чахотин показал, что все формы жизни борются за свое выживание с помощью четырех инстинктов, которые следует рассматривать как сложные безусловные рефлексы, позволяющие осуществлять взаимодействие организмов со средой.

Предсказания Чахотина о возможном развертывании борьбы между двумя политическими системами, каждая из которых основывается на инстинктах борьбы, – демократической и тоталитарной – реализуются и в наше время.

БИБЛИОГРАФИЯ ТРУДОВ С.С.ЧАХОТИНА

Чохотин С.С. 1904. О доставке половых продуктов морских ежей живыми в Петербург для экспериментально-биологических целей. *Изв. имп. Акад. наук.* T.VII. №10. С.737.

Tschachotin S. 1907. Über die bioelektrischen Ströme bei Wirbellosen und deren Vergleich mit analogen Erscheinungen bei Wirbeltieren. Vergleichend-physiologische Studie. In: *Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere.* Bd. 120, H. 10–12 (16. Dezember 1907), S. 565–617, doi:10.1007/BF01677381.

Tschachotin S. 1908. *Die Statocyste der Heteropoden.* Engelmann, Leipzig 1908 (Dissertation, Naturwissenschaftlich-mathematische Fakultät der Universität Heidelberg, 23. Juni 1908); auch in: *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. 90, S. 343–422.

Tschachotin S. 1912. Wirkung lokaler Bestrahlung des Kerns von Infusorien mittels ultraviolettem Mikrostrahlstich. *Biol. Zentralbl.*, 32: 623.

Tschachotin S. 1912. Eine Mikrooperationsvorrichtung. In: *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für mikroskopische Technik.* Bd. 29, H. 2 (10. Oktober 1912), S. 188–191.

Tschachotin S. 1912. Die mikroskopische Strahlenstichmethode, eine Zelloperationsmethode. *Biol. Zentralbl.* 32.S.623-630.

Tschachotin S. 1912. Über Strahlenwirkung auf Zellen, speziell auf Krebsgeschwulstzellen und die Frage der chemischen Imitation derselben // *Munch.Medizin.Wochenschr.* No.44.S.2379-2381.

Tschachotin S. 1913. Eine hygienische Saugpipette für bakteriologische und chemische Zwecke. In: *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten.* Bd. 67, S. 319 f.

Tschachotin S. 1915. Eine neue Spritz- und Tropfflasche für Laboratorien. In: *Zeitschrift für biologische Technik und Methodik.* Bd. 3, S. 83.

Tschachotina S. 1920. Action localisée des rayons ultraviolets sur le novau de l'oeuf de l'oursin par radiopuncture microscopique. *C.r. Soc.Biol.* V.83.P. 1593-1595.

Tschachotina S. 1921. Les changements de la perméabilité de l'oursin localisée expérimentalement. *C.r. Soc. Biol.* V.84.P. 464-466.

Tschachotina S. 1921. Sur le mecanisme de l'action des rayons ultraviolets sur la cellule. *Ann.Inst.Pasteur.* V.35.P.321-325.

Чохотин С. В *Каноссу!* Смена вех. Прага. 1921. С. 159-161. История России. 1917-1940. Хрестоматия / Сост. В.А.Мазур и др.; под редакцией

М.Е.Главацкого. Екатеринбург, 1993. Опубликовано в INTERNET: 2001, октябрь. <http://his95.narod.ru/doc20/id28.htm>

Чахотин С. 1923. *Организация. Принципы и методы в производстве, торговле, администрации и политике*. Берлин: Опыт, 1923. Sergej Cachotin. 1923. *Organizacija. Principy i metody v proizvodstve, trgovle, administracii i politike*. Berlin: Opyt (Russian).

Чахотин С. 1924. *Европейская литература по НОТ*. Москва: НКРКИ. Sergej Cachotin. 1924. *Evropejskaja Literatura po NOT*. Moskva: NKRKI (Russian).

Tchakhotine S. 1929. Attivazione dell'uovo di riccio di mare per mezzo della microraggiopuntura. *Boll.Soc.Ital.biol.sper.* V.4. N1. P. 475-479.

Tchakhotine S. 1929. La leucocitosi come reazione-indice nel cancro da trapiante dei topi e ratti bianchi. *Boll.Soc.Ital.boil.sper.* V.4. P.470.

Tchakhotine S. 1929. Studi sulla leucocitosi nel cancro dei topi. I. Sulla natura della reazione leucocitaria. *Boll.Soc.Ital.biol.sper.* V.4. P.571.

Tschachotin S. 1930. *Rationelle Organisation von biologischen Instituten.- Rationelle Technik der geistigen Arbeit des Forschers.*-Berlin, Wien: Urban & Schwarzenberg. S. 1598-1702. (Allgemeine u. vergleichende Physiologie.) (Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden. Abt.5.T.2,14 = Lfg 318.)

Tschachotin S. 1932. Zeitschrift für geistige und politische Gestaltung. In: *Neue Blätter für den Sozialismus*. 3. Jahr, 3. Heft. (August Rathmann, Schriftleiter). Potsdam, Protte.

Mierendorff C. und Tschachotin S. 1932. *Grundlagen und Formen politischer Propaganda*. Magdeburg: Bundesvorstand des Reichsbanners Schwarz-Rot-Gold.

Tschachotin S. 1932. Aktivierung der Arbeiterschaft. In: *Neue Blätter für den Sozialismus*. Bd. 3. H. 3, S. 149-151.

Tschachotin S. 1933. *Dreipfeil gegen Hakenkreuz*. Verlag Aktiver Sozialismus, Kopenhagen.

Čachotin Sergej S. 1933. *Trepil mod Hagekors*. København Frem-Forl. 1933/111 p.

Tschachotin S. 1933. The crisis in scientific research and the way out *Science*. V.77. P.426.

Чахотин С.С. *Перед переломом*. Интервью 1933 г. (Любезно предоставлено П.С.Чахотиным).

Tchakhotine S. 1935. Sur le mecanisme de la réaction de la couche superficielle de l'oeuf de la Pholade à la micropuncture ultraviolette. *C.r.Soc.biol.* V.120. P.714.

Tchakhotine S. 1935. La partenogenese artificielle de l'oeuf de la Pholade par micropuncture ultraviolette. *C.r.Soc.biol.* V.119.P.1394. á

Tschachotin B. 1935. Die Mikrostrahlsichmethode und andere Methoden des zytologischen Mikroexperimentes. *Handb.boil. Arbeitsmethoden Abderhalden.* Abt.Y. B.10. S.877-958.

Tchakhotine S. 1935. La micro-instrumentation pour les recherches de Cytologie experimentale. *Bull. soc.Franc.Microsc.* V.4. P.138-153.

Tchakhotine S. 1935. L'effet d'arret de la fonction de la vacuole pulsatile de la *Paramecie* par micropuncture ultraviolette. *C.r.Soc.biol.* V.120. P.782-784.

Tchakhotine S. 1935. Suppression de la fonction du coeur de la *Daphnie* par la micropuncture ultraviolette. *C.r.Soc.biol.* V.119. P.1392.

Tchakhotine S. 1935. Flocculation localisée des colloides dans la cellule par la micropuncture ultraviolette. *C.r.Acad.Sci.* V.200. P.2036-2038.

Tchakhotine S. 1935. Recherches physiologiques sur les Protozoaires, faites au moyen de la micropuncture ultraviolette. *C.r.Acad.Sci.* V.200. P.2217.

Tchakhotine S. 1936. Les Protozoaires, objets d'experiences en Cytologie experimentale (Recherches faites avec la micropuncture ultraviolette). *Ann. protistol.* V.5. P.1.

Tchakhotine S. 1936. La fonction du stigma chez le Flagelle *Euglena*, étudiée au moyen de la micropuncture ultraviolette. *C.r.Soc.biol.* V.121. P.1162-1165.

Tchakhotine S.1936. Recherches de Cytologie *experimentale dans leurs rapports avec le problème du Cancer.* La lutte contre le Cancer. No.52.

Tchakhotine S. 1936. Irradiation localisée du myoneme du pedoncule des Vorticelles par micropuncture ultraviolette. *C.r.Acad.Sci.* V.202. P.1114.

Tchakhotine S. 1936. Rationelle Organisation von biologischen Instituten und Rationelle Technik der geistigen Arbeit des Forschers. In: *Methoden der allgemeinen vergleichenden Physiologie* (= Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. V: Methoden zum Studium der Funktion der einzelnen Organe des tierischen Organismus. Teil 2). 2. Hälfte, Urban & Schwarzenberg, Berlin. S. 1597-1650 und 1651-1702.

Tchakhotine S. 1936. Sur les réactions du cytoplasme et du vacuome à la micropuncture ultraviolette chez *Ascoidea rubescens* en fonction du pH du milieu de la perméabilite. *C.r.Soc.biol.* V.121. P.1525.

Tchakhotine S. 1938. Etudes physiologiques et embryologiques au moyen de la methode des microgouttes. *Trav. Station zool.Wimereux* (Vol. jubilaire Maurice Gaullery).V.13. P.647-663

Tchakhotine S. 1938. Ultramicropuncture ultraviolette, moyen nouveau

d'étude de phénomènes colloïdaux dans la cellule vivante. *C.r.Acad.sci.* V.206.P.133.

Tchakhotine S. 1938. Reactions «conditionnées» par micropuncture ultraviolette dans le comportement d'une cellule isolée (*Paramecium caudatum*). *Arch. Inst.prophylactique.* Paris. V.10. P.119.

Tchakhotine S. 1938. Parthenogenese expérimentale de l'oeuf de la Pholade par micropuncture ultraviolette, aboutissant à une larve vivante. *C.r.Acad.sci.* V.106. P.377.

Tchakhotine S. 1938. Une technique simple d'entretien des souris au laboratoire. *C.r.Soc.biol.* V.127. P.226.

Tchakhotine S. 1938. Hérité du taux leucocytaire du sang chez la souris. *C.r.Acad.sci.* V.236. P.533.

Tchakhotine S. 1938. Leucocytose et cancers spontanés, greffés et provoqués chimiquement par le 3-4-benzopyrene.*C.r.Soc.biol.* V.127. P.415.

Tchakhotine S. 1938. Cancer au 3-4-benzopyrène et réaction leucocytaire chez la souris. *C.r.Soc. biol.* V.127. P.606.

Tchakhotine S. 1938. Expériences de micropuncture ultraviolette sur les blastomeres de l'oeuf de Pholades (Ph. Candida et Ph. crispata). *C.r.Soc.boil.* V.127. P.200.

Tchakhotine S. 1938. Cancerisation expérimentale des éléments embryonnaires, obtenue sur des larves d'oursins. *C.r.Soc.biol.* V.127. P.1195.

Cachotin S. 1938. *L'organisation dans la science*. Exposés publ. sous la dir. de S(erge) [Sergej Cachotin]. Paris: Hermann (Actualités scientifiques et industrielles).

Tchakhotine S. 1938. *Organisation rationnelle de la recherche scientifique*, Paris: Hermann (L'Organisation dans la science; 1 Actualités scientifiques et industrielles; 732.

Tschachotin S. 1939. Experimentelle Kanzisierung von Embryonalzellen. *Archiv fur experiment. Zellforschung*. Bd.22. S.422.

Tchakhotine S. 1939. *Le Viol des foules par la propaganda politique* (Ed. Gallimard). Paris. 1-re édition.

Cachotin S.S. 1940. *The rape of the masses: the psychology of totalitarian political propaganda* [Transl. from the 5. ed. by E. W. Dicks]. London : Labour Book Service.

Chakotin S. 1940. *The Rape of the Masses. The Psychology of Totalitarian Political Propaganda*. New York: Fortean Society.

Tchakhotine S. 1948. La morale du point de vue biologique et la notion de culpabilité. *Psyche, Revue internationale des sciences de l'homme et de*

psychanalyse. Paris: № 18-19, avril-mai 1948. Numero double spécial sur la culpabilité.

Tchakhotine S. 1952. *Le Viol des foules par la propagande politique* (Ed. Gallimard). Paris. 2-me édition.

Tchakhotine S. 1955. Problemi e metodi di Citologia sperimentale. *Boll. Soc.Ital.biol.sperimentale*. V.31. P.661.

Benedicenti A., Tchakhotine S. 1956. Azione di alcuni farmaci sugli esseri unicellulari. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*. Serie VIII. V. 20. P.19

Tchakhotine S. 1956. *Organisation rationnelle de la Recherche Scientifique* (Ed.Hermann).Paris.

Tchakhotine S. 1956. Sur les variations de l'équilibre entre cytoplasme et vacuome chez *Ascoidea rubescens*, par irradiation au moyen de la micropuncture ultraviolette. *C.r.Soc.biol*. V.121. P.952.

Чахотин С. 1956. *Технические советы для кампании эмотивной пропаганды* (Любезно предоставлено П.С.Чахотиным).

Чахотин С.С. 1959. Изучение локализованных воздействий ультрафиолетовых лучей на живую клетку методом микроукола. *Цитология*. Т.1.№6.С.614-626.

Ciacotin S. 1964. *Tecnica della propaganda politica*. Milano: Sugar.

Ciacotin S. 1964. *Tecnica della propaganda politica*. Milano: L'Ornitorinco.

Tchakhotine Serge. 1967. *A mistificação das massas pela propaganda política*. Tradução de Miguel Arraes. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

Tchakhotine S. 2008. *Sotto le macerie di Messina. Racconto di un sopravvissuto al terremoto del 1908*. Под развалинами Мессины. Рассказ заживо погребенного в землетрясении 1908 года (на итальянском и русском языках). - Messina: Intilla editore.

БЛАГОДАРНОСТИ

В процессе поисков материалов и документов, посвященных С.Чахотину, автор обращался во многие организации. Хотелось бы с искренней теплотой поблагодарить Т.М.Турпаева (Москва), Р.И.Буряк (Москва), В.С.Кальний (Ленинград), А.С.Данилова (Алма-Ата), А.Ю.Буданцева (Пушино), М.Ю.Сорокину (Москва), Дж.Биггарта (Великобритания), работников Российской государственной библиотеки и Библиотеки по естественным наукам РАН за оказанную помощь, а также студентов, участвовавших в библиографическом поиске.

Очень полезными оказались встреча с Варварой Чахотиной, а также переписка с Борисом Харс-Чахотиным и Евгением Чахотиным.

Особую благодарность автор выражает Петру Сергеевичу Чахотину за личное общение по скайпу, редактирование рукописи, многочисленные консультации, советы и предоставленные неоценимые информационные материалы, способствовавшие повышению качества рукописи.

ОБ АВТОРЕ

Юрий Иванович Посудин – доктор биологических наук, профессор кафедры физики Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина.

Окончил в 1969 г. радиофизический факультет (специальность “квантовая электроника”) Государственного университета им. Шевченко, г. Киев. Защитил диссертации: в 1977 г. – на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук (Институт радиотехники и электроники АН СССР, Москва), в 1992 г. – на соискание ученой степени доктора биологических наук (Агрофизический Институт, Санкт-Петербург).

Основные научные интересы автора – применение методов оптической и лазерной спектроскопии для неразрушающей оценки качества сельскохозяйственной продукции и контроля окружающей среды, исследование фотодвижения водорослей.



Участвовал в научных исследованиях в институтах и университетах Италии, Испании, США, Японии, Германии.

Автор отдает себе отчет в том, что, возможно, не все грани яркого таланта С. Чахотина раскрыты в одинаковой степени и с глубокой благодарностью воспримет как критические замечания по содержанию книги, так и новые, неосвещенные в ней сведения о замечательном ученом – Сергее Степановиче Чахотине.

Ваши замечания о содержании книги просим
присылать по адресу:

проф. Посудину Юрию Ивановичу
Национальный университет биоресурсов и природопользования
Украины, Киев, Украина,
ул. Героев Обороны, 15, Киев, 03041, Украина
эл. почта: posudin@nubip.edu.ua

Address for correspondence:
Prof. Dr. Yuriy Posudin,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kiev, Ukraine
Geroiv Oborony St., 15, Kyiv, 03041, Ukraine
e-mail: posudin@nubip.edu.ua

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ	5
ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ	6
 I. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ БИОГРАФИИ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	 9
РОДСТВЕННИКИ	41
ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	42
ПОПУЛЯРНАЯ ЛИТЕРАТУРА	44
 II. ОСНОВНЫЕ ВЕХИ ЖИЗНЕННОГО ПУТИ СЕРГЕЯ ЧАХОТИНА	 45
 III. НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	 59
1. МИКРОМАНИПУЛЯЦИОННАЯ ТЕХНИКА	60
Выделение и перенос клеток	60
Сжатие и иммобилизация	62
Операционные камеры	64
Прокалывание микрообъектов	67
Послеоперационные камеры	67
Микрофиксатор	70
Микрокамера с циркуляцией газа	71
Микроперфузор	72
Микротрансплантатор	73
Микровытягивание клеток	75
Капиллярные камеры	75
Камера испарения	76
Приспособление для измерения дыхания	77
Приспособление для заполнения капилляра	78
Приспособление для термоэлектрических опытов	80
Метод микрокапель	80
 2. УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ МИКРООБЛУЧЕНИЕ КЛЕТОК	82
Экспериментальная техника	82
Методика микрооблучения	87
Результаты микрооблучения клеток	88

IV. РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕЙ С.ЧАХОТИНА В НАШЕ ВРЕМЯ

1. ПСИХОЛОГИЯ МАСС	96
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЦИТОЛОГИЯ	97
Исследование свойств, структуры и функций отдельных клеточных органелл	97
Идентификация клеточных органелл	100
Лазерная фотохимиотерапия	104
Исследование клеточных мембран	106
Сортировка клеток	106
Электрофизиология клетки	107
Использование ионизирующих излучений	109
ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	110
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	113
БИБЛИОГРАФИЯ ТРУДОВ С.С.ЧАХОТИНА	115
БЛАГОДАРНОСТИ	120
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ	121
ОГЛАВЛЕНИЕ	123

ПОСУДИН Юрий Иванович

СЕРГЕЙ ЧАХОТИН
НАУЧНАЯ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Монография
Второе издание

Редактор В.М. Бычковский

Сдано в набор 15.03.2015. Подписано к печати 28.03.2015. Формат 60х84
1/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура Minion Pro.
Печать офсетная. Усл.-печ. листов 6,8.

Верстка, дизайн и печать в полиграфическом центре «Print line»
<http://printline.at.ua/> Тел. (044) 592-70-73
Издательство «Артмедіа прінт»

Посудин Ю.И.

**СЕРГЕЙ ЧАХОТИН.
НАУЧНАЯ И ОБЩЕСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Рассмотрены биографические сведения и основные этапы научной и общественной деятельности выдающегося ученого Сергея Чахотина, впервые использовавшего сфокусированное ультрафиолетовое излучение для воздействия на клетку и разработавшего целую серию уникальных методов и инструментов для операций над микрообъектами, являющегося одним из основоположников современных форм политической пропаганды и теоретиком психологии масс XX века.

Показана перспективность идей С. Чахотина в современных научных исследованиях.

