**Александр Александрович Андронов (1901–1952)**

А.А. Андронов родился 11 апреля 1901 г. в Москве. Мать — Липская Лидия Александровна, домохозяйка. Своего отца Андронов практически не знал, воспитывал его отчим — Липский Корнелий Адамович, ординатор одного из Московских роддомов. Среднюю школу Андронов окончил в 1918 г., во время гражданской войны. Затем он поступил на завод «Пулемет» в качестве браковщика, а в конце 1919 г. перешел на работу в военно-продовольственный отряд Латвийской Советской Республики и вместе с отрядом уехал на Урал, в город Троицк.

Осенью 1920 г. Андронов перенес плеврит в тяжелой форме, был признан непригодным к военной службе, и в этом же году поступил в Московское Высшее Техническое училище (МВТУ) на электротехнический факультет. С 1921 г. одновременно с занятиями в МВТУ Андронов стал посещать лекции на физико-математическом факультете Московского государственного университета (МГУ). В 1923 г. он перевелся из МВТУ на физмат МГУ, который окончил в 1925 г. по специальности «Теоретическая физика».

Решающую роль в формировании Андронова как ученого сыграла учеба в аспирантуре (1925–1929 гг.) в НИИ физики при МГУ под руководством Мандельштама. Именно в это время был начат цикл работ по теории нелинейных колебаний, который впоследствии был продолжен в г. Горьком, где вокруг Андронова выросла своя научная школа. Но и тогда он продолжал работать в тесном контакте с Мандельштамом и Папалекси.

Наряду с научной работой Андронов занимался педагогической деятельностью. Еще до окончания университета Андронов начал преподавать во 2-ом МГУ (переименованным позднее в Московский государственный педагогический институт) в качестве ассистента, а затем — в качестве доцента на кафедре теоретической физики и механики. Работая во 2-ом МГУ, Андронов стал научным сотрудником Всесоюзного электротехнического института (ВЭИ). Однако в связи с закрытием отдела физики ВЭИ в 1930 г. он вернулся в НИИ физики при МГУ в качестве научного сотрудника отдела колебаний.

В 1931 г. Андронов вместе с женой Е.А. Леонтович переехал на постоянное местожительство из Москвы в Нижний Новгород (г. Горький). В это же время сюда приехали М.Т. Грехова и В.И. Гапонов. Причин для переезда молодых московских физиков было много, в том числе — искренняя забота о развитии отечественной науки и стремление создать подлинный научный центр в провинции. В 1937 г. к ним присоединился Г.С. Горелик. В Нижним Новгороде Андронов работал в Горьковском исследовательском физико-техническом институте (ГИФТИ) и во вновь открывшемся 1 ноября 1931 г. Нижегородском университете. В ГИФТИ он возглавлял отдел теории колебаний и теории автоматического регулирования (1931–1949 гг.). В университете по инициативе Андронова была создана кафедра теории колебаний (1933 г., одна из первых в мире), руководителем которой он являлся до 1945 г.

Вскоре вокруг него сплотилась группа молодых ученых и преподавателей — Г.С. Горелик, С.М. Рытов, А.Г. Майер, Н.Н. Баутин, И.Л. Берштейн и др. В созданной Андроновым творческой атмосфере не могла не развиваться серьезная, настоящая наука.

В 1945 г. в Горьковском государственном университете (ГГУ) был создан первый в стране радиофизический факультет благодаря усилиям, в первую очередь, Андронова, Греховой, Горелика. Первым деканом радиофака стала Грехова, а Андронов возглавил кафедру теории колебаний и автоматического регулирования. Сначала радиофизический факультет назывался специальным факультетом и предназначался для подготовки специалистов для радиолокационной и электровакуумной промышленности. Здесь были созданы специализации по теории колебаний и радиоастрономии, по электродинамике и электронике сверхвысоких частот, по статистической физике и другие. Научной базой подготовки студентов был ГИФТИ, а впоследствии — Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ, с 1956 г.), Научно-исследовательский институт прикладной математики и кибернетики (НИИ ПМК, с 1964 г.) и НИИ механики (с 1974 г.). Были разработаны учебные планы и программы нового типа, привлечены к преподаванию талантливые преподаватели, в том числе и из Москвы.

Ближайшими сотрудниками Андронова в первый период его деятельности в г. Горьком были Е.А. Леонтович, А.Г. Майер. По приглашению Андронова в Горьковском университете в течение ряда лет работали выдающиеся ученые: Рытов, Гинзбург, Фейнберг и другие.

На факультете читались новые курсы, на основе которых были изданы известные монографии академика В.Л. Гинзбурга, члена-корреспондента С.М. Рытова, профессора Г.С. Горелика, академика А.А. Андронова с соавторами и др. Именно в то время были заложены основные принципы формирования программ высшего радиофизического образования.

Как уже говорилось, решающее значение для формирования Андронова как ученого имела его аспирантура в Научно-исследовательском институте физики Московского университета (1925–1929 гг.) под научным руководством Мандельштама. Итогом учебы в аспирантуре явилась диссертация «Предельные циклы Пуанкаре и теория автоколебаний», посвященная важнейшим вопросам теории нелинейных колебаний. Почти все дальнейшие научные исследования Андронова явились развитием идей, содержащихся в диссертации.

Он составил простейшие, идеализированные до предела теоретические модели часов и лампового генератора. В модели генератора характеристика лампы была составлена из двух горизонтальных полупрямых. Дифференциальные уравнения этих моделей, хотя и нелинейны, настолько просты, что Андронов смог без труда их проинтегрировать и построить полную картину интегральных кривых на фазовой плоскости. Эта картина такова: фазовая плоскость заполнена вложенными друг в друга спиралями, накручивающимися изнутри и снаружи на замкнутую кривую. Замкнутая кривая соответствует незатухающим колебаниям, спирали — процессам установления. Еще раньше (Андронов это знал) аналогичная картина была получена ван дер Полем при помощи метода изоклин для лампового генератора при идеализации характеристики лампы кубической параболой.

Здесь произошло то, что определило весь дальнейший научный путь Андронова: он усмотрел тождество замкнутых кривых на фазовой плоскости, изображающих незатухающие колебания часов и лампового генератора, с предельными циклами.

*Предельным циклом* называется замкнутая интегральная кривая нелинейного дифференциального уравнения, к которой асимптотически приближаются соседние интегральные кривые. Предельные циклы были открыты и исследованы Пуанкаре вне всякой связи с физикой в его работе 1881 г. «О кривых, определяемых дифференциальным уравнением». Эта работа явилась началом качественной (топологической) теории дифференциальных уравнений, ставящей себе целью выяснение общего характера поведения интегральных кривых. До работ Андронова математики, занимавшиеся качественной теорией дифференциальных уравнений, не подозревали, что предельные циклы имеют отношение к физике и технике, а физики и инженеры, занимавшиеся исследованием процессов, связанных с генерацией колебаний, не знали, что математический аппарат, нужный для создания общей теории этих процессов, уже существует.

Андроновым была также установлена связь между теорией генерации колебаний и теорией устойчивости Ляпунова, изложенной в его знаменитой работе «Общая задача об устойчивости движения» (1892 г.). Андронов показал, что движение, отображаемое устойчивым предельным циклом, обладает тем типом устойчивости, который получил название устойчивости по Ляпунову (отклонение изображающей точки на фазовой плоскости от движения, устойчивого по Ляпунову, достаточно малое в начальный момент, остается, по определению, сколь угодно малым в течение любого времени).

Для обозначения незатухающих колебаний, генерируемых системами, обладающими трением (сопротивлением) подобно часам пли ламповому генератору, Андронов ввел новый термин, прочно вошедший в науку, термин *автоколебания,* и дал автоколебаниям точное математическое определение. Согласно Андропову автоколебания — это движения, отображаемые на фазовой плоскости (в случае систем с одной степенью свободы) устойчивыми предельными циклами.

Итак, Андронов был тем, кто дал автоколебаниям их название и математическое определение, ктосвязал их теорию с качественной теорией дифференциальных уравнений, а потому и с топологией, а также с общейтеорией устойчивости движения.

Автоколебания занимали Андронова не только в связи с техникой. Он давно интересовался астрофизикой и предложил своему аспиранту С.А. Жевакину заняться теоретическим исследованием механизма колебаний цефеид. Эта работа была прервана войной и возобновлена в 1946 г. Позднее Жевакиным была предложена теория самовозбуждения колебаний в цефеидах.

После того как Андроновым было выяснено значение для теории колебаний качественной теории дифференциальных уравнений и теории устойчивости Ляпунова, он занялся применением их к основным нелинейным задачам радиофизики.

Андроновым совместно с Виттом была разработана теория автоколебаний в мультивибраторе, имеющих резко несинусоидальную форму. В этой теории автоколебания мультивибратора рассматриваются как разрывные (точки изменяются скачком) и к ним применяются в сочетании с качественной теорией дифференциальных уравнений «условие скачка».

С другой стороны, Андронов показал, что для качественного расчета автоколебаний, близких по своей форме к синусоидальным, может быть применен метод разложения в ряд по степеням малого параметра, разработанный Пуанкаре для исследования периодических решений задачи трех тел в небесной механики. При помощи этого метода и теории устойчивости Ляпунова Андронов и Витт разработали теорию некоторых явлений, перед которыми бессилен «линейный образ мыслей»: захватывание (синхронизация) лампового генератора периодической внешней силой, а также затягивание частоты и ее скачкообразные изменения при плавном изменении настройки сложного лампового генератора (с двумя колебательными контурами).

Еще ранее, применив к приближенным нелинейным уравнениям, полученным ван дер Полем в его теории захватывания, качественную теорию дифференциальных уравнений, Андронов и Витт выяснили остававшийся спорным вопрос о том, существует ли *порог захватывания*. Они показали, что захватывание возможно при сколь угодно малой амплитуде внешней силы.

Андронов не ограничился применением к физике колебаний уже имевшихся математических результатов. Он занялся в связи с задачами теории колебаний дальнейшей разработкой качественной теории дифференциальных уравнений. Он внес в нее некоторые новые идеи и получил ряд существенных математических результатов.

На этом мы закончим наш далеко не полный обзор научных исследований Андронова и его учеников. В последние годы Андронов и его сотрудники работали над созданием монографии, посвященной качественной теории дифференциальных уравнений. Эту работу завершила позднее, уже после смерти Андронова, Е.А. Леонтович при участии И.И. Гордона. В 1966 г. и 1967 г. вышли в свет монографии: «Качественная теория динамических систем второго порядка» и «Теория бифуркаций динамических систем на плоскости» (авторы Андронов А.А., Леонтович Е.А., Гордон И.И., Майер А.Г.).

Работы Андронова и его школы уже в 1930-е гг. получили широкое признание, как в СССР, так и за рубежом. В начале 1933 г. Андронов получил персональное приглашение с просьбой сделать доклад на Первой международной нелинейной конференции в Париже. Далее, в 1934 г., на конференции международного научного радиосоюза в Лондоне профессор Ван-дер-Поль представил обширный доклад о советских работах по нелинейным колебаниям, написанный Андроновым совместно с другими авторами. Результаты работ Андронова и его сотрудников вошли в изданную в 1935 году монографию «Новые исследования в области нелинейных колебаний», написанную совместно с Л.И. Мандельштамом, Н.Д. Папалекси, А.А. Виттом, Г.С. Гореликом и С.Э. Хайкиным, и в книгу «Теория колебаний».

Книга «Теория колебаний» стала главным учебником для целых поколений будущих радиофизиков. Ее перевели в США, в Германии, на нее ссылаются во всем мире. Излагаемые в ней новые точки зрения, подходы и методы широко используются в радиотехнике, радиофизике, в теории автоматического регулирования, вибрационной технике, циклической автоматике, прикладной математике, гироскопии, динамике твердого тела, атомной энергетике, химии, экологии, биологии и многом другом.

В послевоенные годы Андронов принимал участие в научной работе Института Автоматики и Телемеханики АН СССР (ныне Институт проблем управления) и стал признанным руководителем, создателем научной школы в области теории автоматического регулирования. Впоследствии ученики Андронова (М.А. Айзерман, М.В. Мееров, и др.) в Институте Автоматики и Телемеханики успешно самостоятельно продолжили исследования в этом направлении.

Главное значение всего цикла работ Андронова заключается в создании нелинейной колебательной культуры, которая пронизывает по сей день работы Горьковской школы Андронова. В разные годы с Андроновым работали: А.Г. Майер, Е.А. Леонтович, М.Я. Широбоков, А.Г. Самойлович, С.В. Беллюстин, Н.П. Власов, Я.Н. Николаев, Н.Н. Баутин, Н.В. Бутенин, Н.А. Железцов, Ю.И. Неймарк, С.А. Жевакин и др.

А.А. Андронов придавал особое значение уровню преподавания в ГГУ. Он создал курс теории колебаний, читал лекции по электродинамике и теории относительности. Яркие, глубоко продуманные лекции А.А. Андронова неизменно вызывали интерес со стороны студентов. По этому поводу Я.Н. Николаев писал: «…Замечательный лектор, он умел с предельной ясностью и безукоризненной научной строгостью излагать самые сложные физические проблемы. Его лекции были захватывающе интересными и потому, что он великолепно знал историю естественных наук, физики прежде всего, и умело пользовался этим…».

Кроме того, А.А. Андронов создал ряд научных семинаров, которые, несомненно, стали подлинной научной школой для горьковских ученых. Так, в ГГУ он руководил семинарами по теории нелинейных колебаний, качественной теории динамических систем, теории электрических машин и др. По воспоминаниям Н.Н. Баутина, «на его научных семинарах обсуждение носило очень свободный характер. Александр Александрович мгновенно понимал чужую точку зрения. И менял свою, если она была неправильна. Он тут же признавался, если допустил какой-нибудь промах, хотя промахи случались у него крайне редко. Но, с другой стороны, почти всегда за тремя-четырьмя фразами, которые он произносил, мы видели глубокое понимание предмета, ситуации, природы вещей и чувствовали, насколько наше понимание примитивней и неоформленней».

Среди своих учеников А.А. Андронов пользовался значительным научным авторитетом и считался моральным эталоном при разрешении сложных вопросов в повседневной жизни. В этом контексте уместно следующее воспоминание Н.В. Бутенина. «При каждом случайно возникавшем разговоре на любую тему обнаруживалось, что и это Андронов тоже знает. Наконец мы вовсе престали удивляться энциклопедичности его знаний, какой бы области они ни касались. Часто в наших спорах мы стали пользоваться “недозволенным приемом”, при недостатке собственных аргументов говорили: “Так сказал Александр Александрович”. Это действовало мгновенно и безотказно, о чем бы спор ни заходил — о физике или математике, о биологии, медицине или истории».

Таким образом, главное значение всего цикла работ А.А. Андронова заключается в создании нелинейной колебательной культуры (ее основы были унаследованы им от Л.И. Мандельштама), которая пронизывает и в настоящее время деятельность нижегородской школы радиофизики. В научной школе нелинейных колебаний А.А. Андронова воспиталось уже не одно поколение ученых. В настоящее время тематика научной школы охватывает математические аспекты теории нелинейных колебаний, разработку и обоснование математических методов и приемов исследования динамических систем (в том числе, автоколебательных режимов) в самых различных областях науки — от механики и теории управления до биологии и экономики. Как писал Ю.И. Неймарк, «Горьковской научной школе А.А. Андронова судьба определила долгую жизнь. Поднятая ею тема оказалась одной из основных, базовых в точном естествознании и технике, требующей длительной разработки и имеющей широчайшие и разнообразные приложения. Роль теории колебаний в различных ее обличьях — нелинейных колебаний, нелинейной физики, нелинейных волн, нелинейной динамики, теории динамических систем, качественной теории дифференциальных уравнений, синергетики — и сейчас огромна. Теория колебаний — наука об общих закономерностях эволюционных процессов различной природы: физической, химической, биологической, экономической, социальной... Изучаемая ею математическая модель — динамическая система — стала основной математической моделью точной науки».

Андронов обидно рано ушел из жизни. Он тяжело болел, мужественно переносил все тяготы болезни, до последнего дня продолжал работать, мыслить, руководить. 31 октября 1952 г. Андронова не стало.

Многочисленные ученики Андронова и ученики его учеников продолжают его исследования по теории колебаний, динамике машин и качественной теории дифференциальных уравнений, развивают дальше его научные идеи и делают их достоянием широкого круга физиков, математиков и инженеров.

Литература об А.А. Андронове

1. Бойко Е.С. Школа академика А.А. Андронова. — М: Наука, 1983.
2. Андронов А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. — М.-Л.: ОНТИ, 1937.
3. Трубецков Д.И. Наука о сложностях в лицах, датах и судьбах: Как закладывались основы синергетики: Пиршество духа и драма идей. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013.
4. Памяти Александра Александровича Андронова. — М.: Изд-во АН СССР, 1955.
5. Горская Н.В., Митякова Э.Е., Московченко О.И. и др. Личность в науке. А.А. Андронов. — Н. Новгород: ННГУ, 2001.
6. Неймарк Ю.И. А.А. Андронов и теория колебаний. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2001.
7. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. — 2-е изд., перераб. и испр. — М.: Наука, 1981.
8. Горелик Г.С. Памяти А.А. Андронова // УФН. — 1953. — т. XLIX. — вып. 3. — С. 448–468.
9. Андронов А.А. Собрание сочинений. — М.: Изд-во АН СССР, 1956.
10. Неймарк Ю.И. Сухой остаток: К истории в лицах научной школы А.А. Андронова. — Н. Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 2000.
11. Мотова М.И., Шалфеев В.Д. К истории научной школы А.А. Андронова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. — 2011. — № 5(3). — С. 15–21.
12. Кудрявцев В.В., Ильин В.А. Поволжье — кузница научных школ в отечественной радиофизике // Известия вузов. Поволожский регион. Физико-математические науки. — 2014. — № 2(30). — С. 169–179.
13. Понтрягин Л.С. Часть II. Александр Александрович Андронов // Жизнеописание Л.С. Понтрягина, математика, составленное им самим. Рождения 1908 г., Москва. — М.: Прима В, 1998.
14. **Миллер М.А. Избранные очерки о зарождении и взрослении радиофизики в горьковско-нижегородских местах. —** Н. Новгород: Издательство ИПФ РАН, 1997.
15. АРАН. Фонд 1938. «Андронов Александр Александрович, (1901–1952), физик, специалист в области электротехники, радиофизики и прикладной механики, академик АН СССР (1946)».