

УДК 523.641

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ DM ПЕРСЕЯ

М.Б.БАБАЕВ

*Шемахинская астрофизическая обсерватория
им. Н.Туси АН Азербайджана*

В работе приведены результаты спектрофотометрических исследований затменной двойной системы DM Per. Наблюдения проводились на телескопе АСТ-452 с 35° объективной призмой (обратная дисперсия 116Å/mm у H_γ) Шемахинской астрофизической обсерватории АН Азербайджана. Изучено изменение спектрофотометрического градиента и температуры с фазой блеска. Найдены эквивалентные ширины водородных линий и ряд величин (lgp_e, p_e, lgN_{0,2} и lgN), характеризующих атмосферы компонент. Исследование спектра показывает, что интенсивности и контуры водородных линий заметно изменяются с фазой блеска. Исследования распределения энергии в непрерывном спектре этой системы в первичном минимуме показывают, что атмосфера спутника является неустойчивой. Распределение энергии в непрерывном спектре между минимумами указывает на наличие газового потока. По наблюдаемым особенностям в спектре обсуждается схема модели затменной двойной звезды DM Per.

Затменная переменная DM Per (HD 14871) принадлежит к числу полуразделенных систем (ПП), классифицированных в каталоге Свечникова [1], где главной компонентой является звезда главной последовательности, а второй - звезда А8 IV. Согласно [2], эта система относится к подклассу "С II", характеризующемуся истечением газа из звезды субгиганта, поверхность которой соприкасается с критической поверхностью Роша или находится внутри неё.

Впервые переменность блеска системы DM Per как типа Алголя была обнаружена Хормейстером [3,4] и он определил орбитальные элементы движения системы. Окончательные фотоэлектрические кривые блеска в голубой и синей области спектра были опубликованы Коласевичем [5]. Эта кривая блеска показывает дисторсию (пекулярность) в фазе 0^p.08-0^p.1, которая видна и в последующих кривых блеска. Но яркость системы остаётся почти постоянной. Наблюдаемая пекулярность объясняется эффектом газового течения из холодной звезды к горячей. Коласевич [5] считает, что у обеих компонентов имеется протяженная атмосфера r_{1кр}=0.504R_☉, r_{2кр}=0.261R_☉, соответственно.

Дейч [6] определил спектрофотометрические элементы для главной компоненты. По линиям гелия и водорода были найдены: a₁sin i=2.48·10⁶км; f(m)=0.08M_☉ и a₁sin i=1.44·10⁶км; f(m)=0.015M_☉, а по способу m-L_☉ q=0.26 и 0.13, соответственно. Такое соотношение масс в системе маловероятно, так как оно приводит к r_{2кр}=0.213R_☉ (наблюдения дают r_{2кр}=0.254R_☉). Возможно, что водородные линии блендируются с водородными линиями, создаваемыми газовыми потоками.

Компоненты системы DM Per не являются сферическими звёздами и движутся по эллиптическим орбитам, где происходит частое затмение. Спектральные классы, светимости, относительные радиусы в долях относительной орбиты, абсолютные радиусы и массы, абсолютные звездные величины, наклонение орбиты, коэффициент потемнения дисков звёзд к краю и тип затмения и др. даны также в [1]. Видимая звездная величина системы DM Per составляет в максимуме m_{vmax}=7^m.71, а в первичном и вторичном минимумах 8^m.48 и 7^m.78, соответственно. По Краковскому ежегоднику [7] период системы составляет P=2^p.7277424. Спектральные и фотоэлектрические исследования системы DM Per немногочисленны и спектрофотометрические данные по непрерывному спектру не имеются и поэтому представляют научный интерес наблюдения спектра в интервале длин λλ 3500-5000Å.

В течение 1967-1969 гг. на 350мм менисковом телескопе с объективной призмой (дисперсия $116\text{Å}/\text{мм}$ у H_γ) и на 2-м телескопе (дисперсия $30\text{Å}/\text{мм}$) ШАО АН Азербайджана были получены 60 и 2 спектра соответственно. Экспозиция менялась от 10мин. до 40мин.. Спектры расширялись от 0.2мм до 0.5мм. Об обработке материала сказано в работе [8]. В результате обработки этих спектрограмм были определены распределение энергии в области $\lambda\lambda$ 3970-4600 $\text{Å}\text{Å}$, относительные ($\Delta\phi_\lambda$) и абсолютные (ϕ_λ) спектрофотометрические градиенты и спектрофотометрическая температура (T_c) этой системы.

Для определения распределения энергии в непрерывном спектре было выбрано 11 точек: 4600, 4500, 4430, 4310, 4230, 4130, 4030, 3970, 3910, 3850 и 3790 Å . Изучено изменение относительного распределения энергии в спектре системы DM Per с фазой. Для определения ϕ_λ был определен ϕ_λ звезды сравнения, (табл.2), с привязкой к опорной звезде: α Per, γ Per, σ Per, δ Per и ξ Per, так как в этой области неба не было опорной звезды по каталогу Шалонжа [9].

Таблица.

Значения абсолютных градиентов звезды сравнения в области $\lambda\lambda$ 3790-4600 $\text{Å}\text{Å}$ непрерывного спектра.

Зв. сравн.	m_v	ϕ_λ (по автору)
BD 54°539	$7^m.5$	pB9 1.09 ± 0.05
BD 54°654	$8^m.2$	pA0 1.15 ± 0.05
BD 55°689	$7^m.2$	pB9 0.95 ± 0.03

При этом абсолютный градиент опорной звезды σ Per той же области ($\phi_\lambda=0.86$) был взят из работы [9]. Для учёта избирательного поглощения использованы формулы из работы Цой Дэй [10], а для нахождения поправки $\delta\phi$ из-за влияния межзвёздного поглощения была использована работа Мельникова [11]

Видно, что значение спектрофотометрического градиента DM Per заметно меняется с фазой (изменения блеска этой системы), при этом значения градиента вне минимума также изменяются (Рис.1).

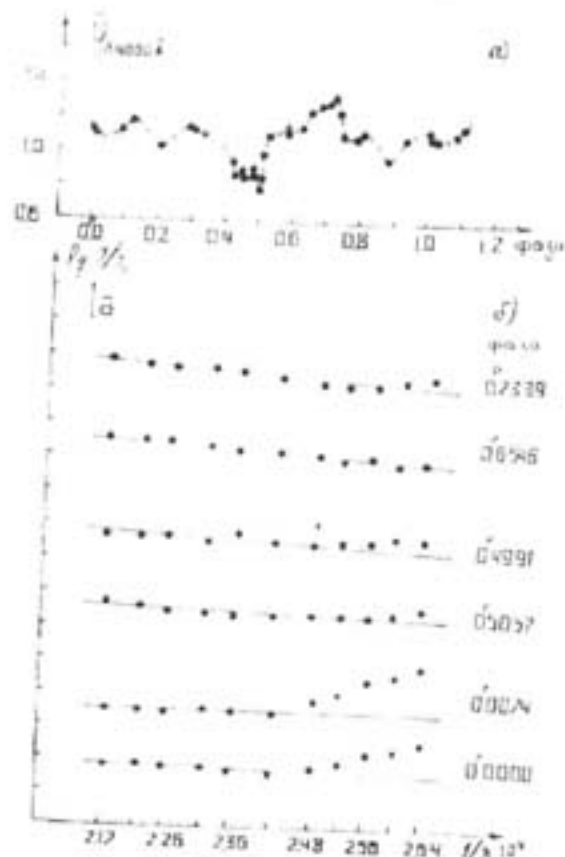


Рис.1

Изменение спектрофотометрического градиента(ϕ_λ) с фазами изменения блеска системы DM Per.

Из Рис.1 видно, что между I и II минимумами высота максимума больше между минимумами. Этот наблюдательный факт свидетельствует о том, что вклад газового потока в этой фазе ($0^p.25$) больше и газовый поток влияет на спектр всей системы, возможно имеется влияние эффекта фазы. На Рис.1, наблюдаемые горбы в значениях около II минимума, по-видимому, тоже объясняются с потоками, присутствующими между компонентами в виде "пятна". Кроме того, в элиганциях все наблюдаемые значения параметров атмосферы изучаемой системы отличаются между собой и это возможно связано с условиями видимости газового потока.

Для изучения физических условий в атмосфере компонент системы DM Per определены эквивалентные ширины линий поглощения H_δ и H_γ , электронное давление

(P_e), электронная концентрация (n_e), число водородных атомов во втором квантовом состоянии ($N_{0,2}$) и высота поглощающего слоя (H), по спектрограммам, полученным на разных фазах (Рис.2).

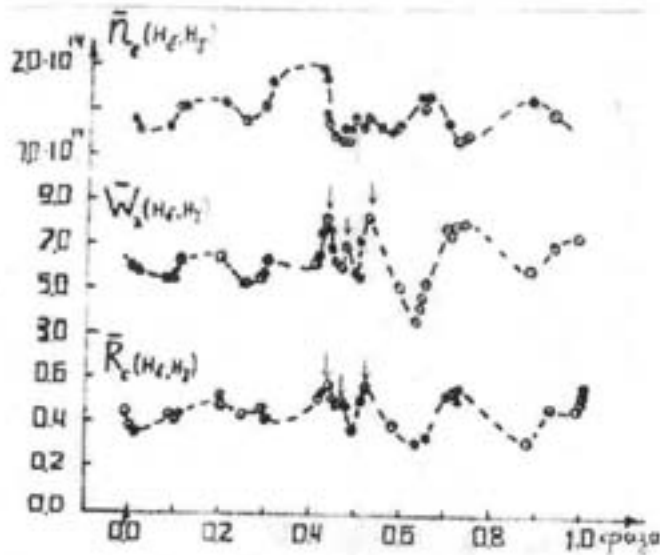


Рис.2

Изменение эквивалентной ширины H_δ и H_γ , R_ϵ и n_e с фазой блеска DM Per.

Значения W_λ , R_ϵ для H_δ и H_γ , в основном меняются между минимумами, т.е. около фазы $0^p.25$ и $0^p.75$. Наблюдаются максимум и

минимум в значениях этих параметров. Эти значения превышают ошибки измерений в несколько раз (ошибка 10-15%). Около фазы $0^p.52$ наблюдается увеличение значений этих параметров. По-видимому, это связано с видимостью газового потока в виде "пятна" в этой фазе, а наблюдаемая флуктуация этих значений по фазам, прежде всего, зависит от нестабильности самих газовых потоков, связанных с физической переменностью атмосферы спутника.

Для определения (n_e) был применен метод Инглиса-Теллера и Унзоляда, описывающий физические условия на оптических глубинах около нуля и значения $\tau=0.3$, соответственно. Согласно работам Копылова [12,13] были учтены необходимые поправки.

Для сравнения нами получены параметры, относящиеся к главной компоненте системы DM Per, а для оценки блеска использованы кривые, построенные Скальтрити [14] и Сезером [15]. Используя их данные сначала мы построили минимумы для отдельных ночей, а потом в разные годы. Во вторичном минимуме наблюдается горб с перемещением центра в минимуме и изменением периода в системе DM Per (Рис.3).

Основная неустойчивость в изменении кривой блеска DM Per наблюдается в следующих фазах $0^p.1 \div 0^p.4$ и $0^p.6 \div 0^p.8$ (Рис.4). Из кривой блеска следует, что в действительности в указанных фазах разброс точек очень велик и в несколько раз превышает амплитуды ошибок.

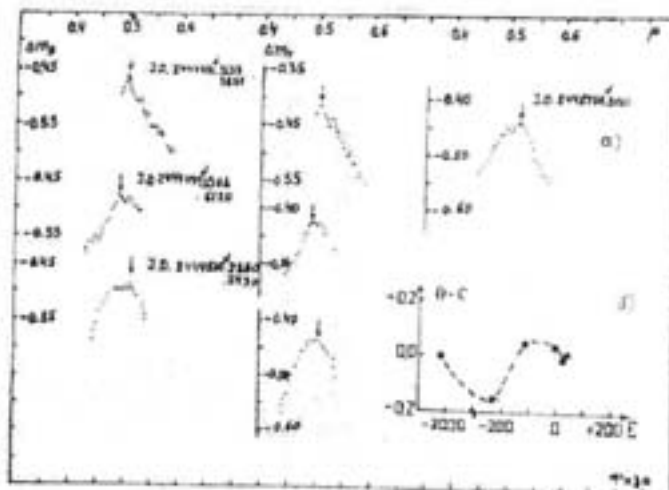


Рис.3

Кривая блеска DM Per во вторичном минимуме (стрелками указаны горбы в середине вторичного минимума) (а), кривая O-C для DM Per (б).

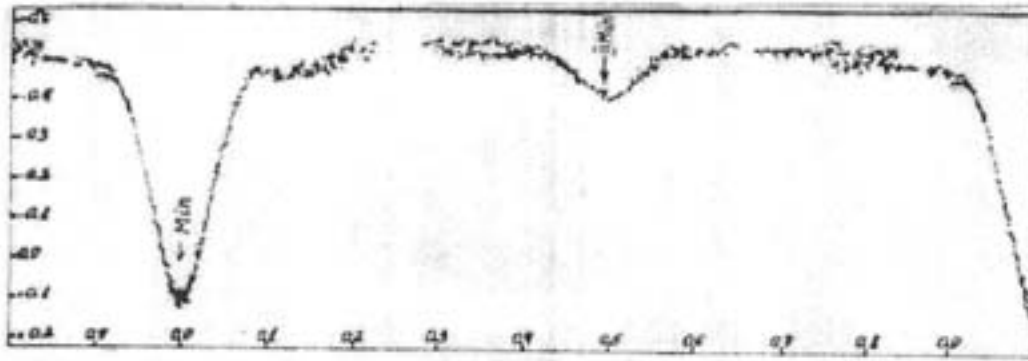


Рис.4
Кривая блеска DM Per по Скальтрити.

Попытаемся объяснить некоторые особенности наблюдаемые в изменении блеска системы DM Per около первичного и вторичного минимумов. Предполагается, что частицы газа, находящиеся в кольце, расположены в орбитальной плоскости и не выходят за рамки внутренней критической поверхности полости Роша. Распределение частиц в кольце равномерно и на них влияет истекающий газовый поток из звезды А (спутника спектрального класса А). При значении $q=0.26$ предполагаем, что радиус кольца не превосходит радиуса лепестка Роша.

Далее, обнаруживается впадина около первичного минимума в кривых блеска V и В, где начинается загораживание кольца спутником, и кончается после последнего контакта, (между значениями $\theta=28^\circ$ и $\theta=54^\circ$). Когда крайний круг (кольцо) освобождается от загораживания спутника, наблюдается картина, изображённая на Рис.5.

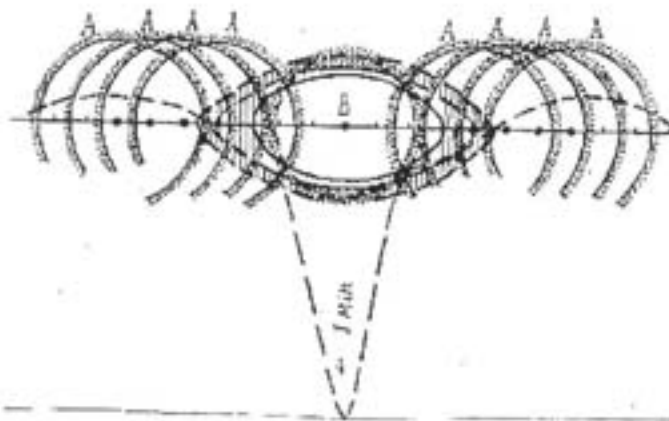


Рис.5
Схематическое объяснение впадины около первичного минимума.

Наблюдаемые горбы во вторичном минимуме, по-видимому, можно объяснить присутствием вышеуказанного кольца около главной компоненты, а однородность этого кольца даёт возможность объяснить постоянство блеска в фазах $0^p.08 \pm 0^p.1$ и $0^p.9 \pm 0^p.0$. Это кольцо излучает рассеянный свет от звезды А в фазах кривой блеска близких к контактам компонент (его вклад заметен в главном минимуме во всех полосах системы UBV). Но такая впадина не наблюдается около вторичного минимума (Рис.4,5). Этот факт указывает на отсутствие эллипсоидального диска около спутника в системе DM Per. Однако, в результате истечения газа между компонентами, около главной компоненты образовался эллипсоидальный диск. Асимметричность впадины, смещение горбов в центре вторичного минимума, а также наблюдаемую эмиссию в линии H_β , по-видимому, можно объяснить присутствием (образованием) этого диска.

Наблюдённая флуктуация физических параметров спектра и блеска системы DM Per связана с неустойчивостью истекающего газового потока от спутника к главной звезде. А разные значения величины впадины блеска (Рис.5) около первичного минимума, по нашему мнению, объясняются ориентацией видимостей тонкого диска газа, окружающего звезду В, лежащую на орбитальной плоскости, и влиянием газового потока.

Во время главного затмения звезда А (A8IV) полностью не загораживается ни звездой В, ни газовым кольцом ($i=80^\circ$), поэтому спектральный класс в первичном минимуме не соответствует спектральному классу А, вероятно, она более позднего спектрального класса, чем А5.

Признаками дополнительного излучения, исходящего из экваториальной и одной из полярных областей на поверхности звезды, являются наблюдаемые горбы во вторичном минимуме (Рис.5). На Рис.5 видно, как в зависимости от фазы спутник загораживает газовое кольцо (кругами отмечен диск спутника). Для простоты мы предполагаем, что распределение газа приблизительно равномерно внутри кольца и что толщина кольца над и под орбитальной плоскостью является небольшой по сравнению с его распространением внутри орбитальной плоскости. Тогда мы можем сказать, что большая часть массы в кольце проектируется (загораживается) с приблизительно равномерным распределением газовых частиц внутри эллипса.

Разница глубины впадины в Рис.5 в правой ($\Delta m=0^m.07$) и левой ($\Delta m=0^m.05$) частях приблизительно равны $\Delta m=0^m.02$. Эту разницу можно объяснить загорживанием колец газовыми потоками, истекающими из звезды А.

Если истечение является односторонним (от спутника к главной звезде), тогда влияние газового потока будет в одном контакте больше, чем в другом контакте около первичного (главного) минимума, а продолжительность этих впадин хорошо согласуется с размерами колец вокруг главной компоненты в системе DM Per.

Наблюдаемый горб в середине вторичного минимума хорошо заметен и в изменениях спектральных параметров (W_λ , R_c , p_c , P_c , ϕ_λ). Сравнения изменений этих параметров от фазы (Рис.2, 3а) показывают, что ход изменения значений спектральных параметров и спектрофотометрического градиента полностью коррелируются с изменениями блеска этой системы. По нашему мнению, этот факт указывает на то, что причина изменения блеска и параметров спектральных линий одна и та же. Такая наблюдаемая картина, возможно, является результатом пятнистой структуры или наличия газовых потоков между компонентами. Стало быть в изучаемой системе основную роль в изменении физических параметров и блеска играет видимость газового потока, присутствующего между компонентами, а также переменность околозвёздной материи, окружающей одну или обе компоненты. Пятнистая структура для данной системы неприемлема. Такую картину мы наблюдали и у звезды Z Her [16].

Из Рис.2 видно, что определённые значения W_λ , R_c линии H_δ и H_γ имеют разные максимумы в первичной и вторичной элонгациях блеска DM Per. Между минимумами имеются флуктуации выше определяемых параметров, где нет эффекта фазы.

Изменение параметров спектральных линий в спектре системы DM Per с фазой (разница высоты максимумов в элонгациях и горбах около вторичного минимума), позволяет говорить о том, что на орбитальное движение накладываются дополнительные эффекты, расширяющие и углубляющие отдельные линии поглощения. Ответственными за наблюдаемые аномалии в спектре могут быть: быстрое вращение компонент системы, различие в скоростях вращения и обращения компонент, их гравитационное взаимодействие, а также влияние газового потока.

Профили линий водорода изменяются с фазой системы. Наблюдаются эмиссии в линиях H_β , H_δ и H_γ и др. Элементов, и это носит случайный характер и часто эмиссионные компоненты полностью исчезают и не зависят от фазы изменения блеска. Такой факт был замечен в [6], который объясняется истечением газовых потоков, а изменчивость этой эмиссии - соответствующими активностями спутника.

Анализ вышеперечисленных параметров изучаемой системы DM Per показывает, что её переменность очень похожа на переменность следующих звёздных систем: RS Vul, RY Per и U Sge и др.

Обобщая полученные нами характеристики атмосферы компонент, результаты спектрофотометрического [6], электрофотометрического [15,16] исследований системы

5. В системе DM Per временами усиливается активность спутника, и она приводит к усилению потока, присутствующего между компонентами. Это, в свою очередь, сильно влияет на профили наблюдаемых водородных линий, особенно линии H β . Интенсивность и местоположения эмиссионных компонент в сильных линиях поглощения водорода носит случайный характер и не зависит от фазы изменения блеска системы. Это связано, по-видимому, с активностью спутника в системе.
6. По нашим данным и, используя данные Хофмейстера [3] и Сезера [15], построена схематическая модель этой системы, которая, по-видимому, могла бы объяснить некоторые особенности в изменении блеска и в изменении наблюдаемых параметров в системе DM Per.

Авторы выражают благодарность В.П.Горанскому за ценные критические замечания.

1. М.А. Свечников, *Каталог орбитальных элементов масс и светимостей тесных двойных звезд. г.Иркутск*, (1986) 326.
2. *Курс астрофизики и звездной астрономии*. II (1962) 688.
3. С. Hoffmeister, *Astron.Nachr.*, **274** (1943) 36.
4. С. Hoffmeister *Mitt. Veranderl. Stern.*, (1944) 85.
5. A.Colasevich, *Mem.Soc.Astron.Ital.*, **21** (1950) 4.
6. A. Deutsch, *A.J.*, **102** (1945) 496.
7. *Rocznik Astronomiczny Observatorium Krakows*, №65 (1983).
8. М.Б.Бабаев, *П.З.*, **18** (1972) 389.
9. D.Barbier, D.Chalonge, *Ann.Ap.*, (1941) 431.
10. Цой Дяй О., *АЖ*, №4 (1956) 33.
11. О.А.Мельников, *Труды ГАО*, (1950) 64.
12. И.М.Копылов, *Изв.КрАО*, **26** (1961) 232.
13. И.М.Копылов, *Изв.КрАО*, **35** (1966) 11.
14. F. Scaltriti, *Astron.Astrophys.Suppl.Ser.*, **25** (1976) 291.
15. С.Sezer, *Astrophys.Suppl.Ser.*, **54** (1983) 193.
16. М.Б.Бабаев, Л.Х. Гасаналидзе, *Циркуляр ШАО №12* (1984) 15.
17. С.Sezer, *IBVC*, №1899 (1982) 2101.

DM PERSEY TUTULAN-DEYİŞƏN ULDUZUN SPEKTRFOTOMETRİK TƏDQIQI

M.B.BABAYEV

DM Persey tutulan-deyişən qoşa ulduzun spektrofotometrik tədqiqindən bəhs olunur. Müşahidələr Şamaxı astrofizika rəsədxanasının AST-452 teleskopunda 35° obyektiv prizma ilə dispersiya (116Å/mm H β ətrafında) müşahidə olunmuşdur.

Spektrofotometrik gradientin və temperaturun parlaqlıq fazasından asılı olaraq dəyişməsi tədqiq olunmuşdur. Ulduz atmosferini xarakterizə edən bəzi hidrogen xətlərinin ekvivalent eni və s. təyin edilmişdir. Tədqiqatlar göstərir ki, hidrogen xətlərinin intensivliyi və konturun özü fazadan asılı olaraq dəyişir.

Birinci minimumda enerjinin paylanması köstərir ki, bu sistemdə peyk atmosferi qeyri-stabildir. Minimumlarda kösilmez spektrdə enerjinin paylanması da sistemdə qaz axını olduğuna sübutdur.

Müşahidə olunan xüsusiyyətlərə görə DM Per ulduzunun modeli müzakirə edilir.

SPECTROPHOTOMETRIC RESEARCHES OF ECLIPSING VARIABLE DM PERSEI

M.B. BABAYEV

The spectrometry researches of eclipsing binary system DM Per were presented in this paper. The observations were conducted by the AST-452 telescope with the objective prism of 35° (with the reverse dispersion 116Å/mm near H β) at the Shemakha Astrophysical Observatory. The change of the spectrophotometric gradient and temperature with the brightness period was studied. The equivalent widths of H lines, physical parameters of the atmosphere of DM Per ($\lg p_e$, n_e , $\lg N_{O_2}$ and $\lg H$) have been determined. The distribution energy of the continuous spectrum of this system in the primary minimum shows that the atmosphere of components in that system is unsteady. The distribution energy out of eclipses indicates also the presence a gas flow in the system DM Per.

Редактор: А.Гулиев.



RƏSULOV ABUZƏR MƏMMƏD OĞLU

Respublikanın görkəmli alim-pedaqoqu, texnika elmləri doktoru, professor Rəsulov Abuzər Məmməd oğlu ömrünün 94-cü ilində vəfat etmişdir.

Prof. A.Rəsulov 1907-ci il dekabr ayının 16-da Şəki Şəhərində anadan olmuşdur. O, 1925-ci ildə Şəki müəllimlər seminariyasını qurtardıqdan sonra bir müddət orta məktəbdə müəllim işləmiş, 1929-cu ildə Azərbaycan Pedaqoji İnstitutunun təbiət fakültəsinin fizika-riyaziyyat şöbəsinə daxil olmuşdur. A Rəsulov 1934-cü ildən ömrünü indiki Bakı Dövlət Universiteti ilə bağlamışdır.

Prof. A.Rəsulov 70 ildən artıq elmi-pedaqoji fəaliyyətlə məşğul olmuşdur. Universitetin fizika nümayiş muzeyinin, ümumi fizika üzrə fizika praktikumu laboratoriyalarının təşkilində bilavasitə iştirak etmiş, həmin işlər üzrə göstərişlər yazmışdır. 1955-ci ildə çap olunmuş "Fizika praktikumu" kitabının optika hissəsinin müəllifi A.Rəsulov olmuşdur. O, 1986-cı ildə "Optikadan laboratoriya işlərinə rəhbərlik" kitabını çap etdirmişdir.

Rəsulov pedaqoji fəaliyyəti ilə yanaşı daim elmi axtarışlar aparmışdır. O, elmi işlərini elə aparmağa çalışmışdır ki, onun nəticələri istehsalata faydalı olsun. O, xam neftin və onun məhsullarının özlülük xassələrini öyrənmiş, bu məhsulların özlülüyünün dəyişməsinin elmi əsaslarını işləmiş və istehsalat üçün tövsiyələr hazırlamışdır. Abuzər müəllimin elastomerlərin deformasiya, möhkəmlik, elastik histerezis, fotoelastik və dielektrik xassələrinə həsr olunmuş işləri yüksək elmi və praktik əhəmiyyətə malikdir. Onun işlərində rezinlərin möhkəmliyinin və yaşama müddətinin artırılması yolları göstərilmiş, mikro və makro-parametrlər arasında qanunauyğunluqlar müəyyənləşdirilmişdir. Bu elmi nəticələr 100-dən artıq məqalədə, respublika və beynəlxalq konfranslardakı məruzələrində öz əksini tapmışdır.

Abuzər müəllim 1941-1945-ci illərdə beşinci ordunun məxfi idarəsində polk qərargahı reisinin köməkçisi vəzifəsində kapitan rütbəsində qulluq etmişdir. Böyük Vətən Müharibəsindəki xidmətlərinə görə II dərəcəli Vətən Müharibəsi Ordeni, gənc kadrların hazırlanmasında və Respublikanın elmi-pedaqoji həyatında səmərəli fəaliyyətinə görə Qırmızı Əmək Bayrağı Ordeni, bir sıra medallar və Fəxri fərmanlarla təltif olunmuşdur.

Böyük alim, bacarıqlı müəllim, gənclərin qayğıkeş tərbiyəçisi, geniş ürəkli insan Rəsulov Abuzər Məmməd oğlunun xatirəsi Respublikanın elmi-pedaqoji ictimaiyyətinin qəlbində əbədi yaşayacaqdır.