



75 лет

со дня рождения

Александра Петровича СЕМЕНОВА

**доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки
Российской Федерации и Республики Бурятия, лауреата
государственной премии Республики Бурятия
в области науки и техники, главного научного сотрудника
Института физического материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук**

Родился 20 марта 1951 года в село Ключевка Кабанского района Бурят-Монгольской АССР в семье служащих.

Появился в день равноденствия, подо льдом дремал Байкал, небольшое селенье Ключевка, на отрогах Хамар-Дабан. В 1958 году принят в Турунтаевскую среднюю школу, которую успешно окончил в 1968 году. В 1971 году, после прохождения срочной военной службы поступил в Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники. Будучи студентом второго курса, занялся научно-исследовательской работой на кафедре физики у профессора Ю.Е. Крейнделя. Профессор Ю.Е.Крейндель оказал решающее влияние на выбор пути в науке. После окончания с отличием института был оставлен при институте на кафедре физики. В 1976 году переехал с семьей на жительство в г. Улан-Удэ. Два года преподавал в Улан-Удэнском электротехникуме связи.

В 1978 году приглашен чл.-к АН СССР М.В.Мохосоевым в Институт естественных наук Бурятского филиала СО АН СССР, и с тех пор научная стезя неразрывно связана с Бурятским научным центром СО РАН. За 48 лет научной работы прошел ступени

инженера, аспиранта, младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, заведующего отделом физических проблем, заместителя председателя президиума по научной работе, директора-организатора и первого избранного директора академического физического института. В диссертационном совете Томского государственного университета, в 1987 году, после окончания аспирантуры Томского института автоматизированных систем управления и радиоэлектроники при научном руководстве профессора Ю.Е.Крейнделя, защитил кандидатскую диссертацию, в 1993 году - докторскую. Кандидатская диссертация посвящена генерированию пучков электронов и ионов плазменными образованиями, докторская - физике и технике выращивания тонких пленок электронных материалов концентрированными потоками заряженных частиц.

Семенов Александр Петрович – специалист в области плазменной эмиссионной электроники и физического материаловедения, автор и соавтор 498 научных работ, из них 4 монографий, 128 статей в рецензируемых журналах, 42 патентов на изобретения.

Семеновым А.П. выполнен большой объем исследований о характеристиках и свойствах низковольтных разрядов низкого давления, обеспечивающих предельно высокие плотности эмитирующей плазмы в тлеющем режиме горения разрядов. Предложены новые принципы построения разрядных структур и установлены критерии устойчивости проникающей плазмы в канале ускоряющего электрода. Разработаны новые типы плазменных источников заряженных частиц с узким, широким, ленточным и радиально сходящимся пучками на основе аномальных тлеющих разрядов с холодным катодом. Источники обладают совокупностью факторов, обуславливающих их использование для решения ряда физических задач получения покрытий полифункционального назначения, радиационной физики.

Им разработаны принципиально новые подходы, выявлены физические особенности и обобщены закономерности модификации поверхностных свойств инструментальных штамповых и конструкционных сталей электронно-пучковой обработкой диффузионных слоев, синтезированных борированием, бороалитированием и боромеднением. Впервые в импульсном режиме обработки электронным пучком (время воздействия $1,5 \cdot 10^{-4}$ - 0,2 с) получены кристаллические покрытия боридов TiB_2 , VB , V_3B_4 , VB_2 , Fe_2B , FeB , ZrB_2 , W_2B_5 с особой структурой, которую невозможно получить с использованием традиционных источников нагрева. Внес весомый вклад в разработку способов синтеза сверхтвердых 38-42 ГПа нанокompозитных покрытий $TiN-Cu$ и газоразрядных устройств нового типа плазмохимических реакторов на основе вакуумно-дугового и магнетронного разрядов, и с инъекцией ускоренного пучка ионов.

Обобщены закономерности ростовых процессов, разработаны принципиально новые подходы получения покрытий полифункционального назначения. Впервые предложена технология получения наноструктурированных подложек на основе композитных частиц $SiO_2 - Ag$ с эффектом плазмонного резонанса. В перспективе наноструктуры могут служить элементами, так называемых lab-on-chip, и позволят проводить исследование живых клеток в интактном состоянии, при диагностике заболеваний в медицине, либо при проведении экспертизы в криминалистике.

Представляют значительный практический интерес впервые предложенные и апробированные новые процессы получения покрытий различных аллотропных модификаций углерода (наноалмаз, карбин, фуллерены) пучками заряженных частиц (электронов и ионов). Упрочнения рабочих кромок режущего инструмента, в частности, хирургического и создания автоэмиссионных катодов, защиты от химически агрессивных сред и повышенных температур, требующих химической инертности и биосовместимости покрытий, высокой твердости и низкого трения, высокого электросопротивления и теплопроводности покрытий.

Впервые предложен и реализован способ получения покрытий карбина. С учетом высокой биологической совместимости и нетоксичности карбина, особенно важное

значение приобретает применение в медицинских технологиях при изготовлении покрытий трущихся поверхностей искусственных суставов.

Впервые разработан способ получения покрытий фуллеренов взрывоподобным испарением в вакууме мишеней, содержащих фуллерены пучком электронов секундной длительности. Перспективно применение покрытий фуллеренов в производстве бетонополимеров повышенной прочности и морозостойкости, в качестве новых антифрикционных покрытий и смазок, радиопоглащающих покрытий, новых композиционных материалов для оптического и радиоэлектронного противодействия.

Отмеченные результаты представляют собой заметный научный вклад в развитие электрофизики и эмиссионной плазменной электроники, физического материаловедения.

При непосредственном участии в коллективе соавторов создан новый высокоэффективный малогабаритный плазменный источник низкотемпературной (холодной) аргоновой плазмы PortPlaSter на основе особой формы горения диффузного разряда типа тлеющего, на который накладываются слаботочные стримерные разряды. PortPlaSter рекомендован к обработке плазмой при атмосферном давлении поверхности биосовместимых полимеров, для лечения бактериальных, грибковых и вирусных воспалений кожи, активации иммунного ответа и процессов заживления, уменьшения микробного обсеменения инфицированных ран и язв, их *in vivo* обеззараживания неравновесной аргоновой плазмой атмосферного давления без инициации новых полирезистентных штаммов. Реализован метод эффективной генерации и создан источник SpacePlaSter пространственно однородной, неравновесной плазмы на обширной площади с помощью тлеющего разряда атмосферного давления, формируемого в неоднородном электрическом поле. Применяется в обработке термочувствительных биологических объектов зерновок злаков. Установлено, кратковременное в течение ~ 30 с воздействие нетермической плазмы тлеющего разряда атмосферного давления на поверхность семян приводит к проявлению на их поверхности мелкочаеистой сетчатой структуры, уменьшению контактного угла смачивания и росту свободой поверхностной энергии. Разрушение гидрофобного слоя на оболочке семян под воздействием нетермической плазмы вызывает изменение водопроницаемости и увеличение проводимости фильтра. Обработка семян позволяет значительно увеличить всхожесть и стимулирует рост растений в начальной стадии онтогенеза, стимулирует скорость прорастания семян.

Предложена новая конструкция плазменной трехэлектродной трубки для модификации свойств поверхности термопластичных полимеров, в частности, пластиковых нитей Poly-lactic Acid (PLA), путем их обработки низкотемпературной аргоновой плазмой объемного самостоятельного тлеющего разряда с диэлектрическим барьером при атмосферном давлении. Улучшены адгезионные и сорбционные свойства пластиковых нитей PLA используемых для 3D – печати в медицинской и пищевой промышленности для производства медицинских имплантатов, упаковки для пищевых продуктов и одноразовой посуды.

Представляет значительный интерес развитие теоретических основ получения композиционных морозостойких строительных материалов для гражданского, дорожного и промышленного строительства с использованием углеродных наномодификаторов (фуллеренов), выявление новых подходов практического использования впервые предложенных плазмохимических нанотехнологий, направленных на улучшение физико-механических, эксплуатационных и технико-экономических характеристик строительных материалов: повышение деформативно-прочностных характеристик бетона и долговечности дорожных покрытий (асфальтобетона).

Характер результатов применения газоразрядной плазмы и пучков заряженных частиц в технологиях создания полифункциональных покрытий, плазмохимических и биомедицинских технологиях отвечает на большие вызовы, обозначенные приоритетным направлением Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, раздел II, п. 20 «Переход ... к новым материалам и способам конструирования...» и

соответствует приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, важнейшим наукоемким технологиям, раздел II. Сквозные технологии, п. 23 «Технологии создания новых материалов с заданными свойствами и эксплуатационными характеристиками».

Представляется важным, производственная направленность пучковых и плазменных технологий и полифункциональных покрытий и их апробирование в интересах промышленных предприятий России: АО «Улан-Удэнский авиационный завод» (сварка электронным пучком титановых листов наконечников лопастей вертолета Ми-171; синтез интерметаллида Ni_3Al из реакционных обмазок стехиометрического состава $NiO-Al_2O_3-C$ и $Ni-Al$ на поверхности титанового сплава ВТ-6 под воздействием сканирующего электронного пучка на детали вертолета Ми-8; нанесение износостойкого покрытия TiN на оковки лопасти несущего винта вертолета Ми-171; упрочнение покрытиями боридов металлорежущего инструмента пластин Р6М5 и Р18, стойкостные испытания покрытий на пластинах Р6М5 и Р18 при точении стали 40Х13 (режим подачи $S=0,12$ мм/об, частота вращения 280 об/мин, глубина резания $-1,0$ мм), ресурс резцов Р6М5 увеличивается в 15 раз, Р18 - в 17 раз. АО «Улан-Удэнское приборостроительное производственное объединение» (ионно-плазменная технология нанесения износо- и коррозионностойкого покрытия на детали счетчика горячей и холодной воды из цветных сплавов АК12 и БрКМц 3-1т; бороалитирование сталей электронно-лучевой наплавкой/легированием). Присуждена Государственной премия Республики Бурятия в области науки и техники «Разработка радиоволновых и корпускулярных инновационных технологий, и техники диагностики сред и создания полифункциональных покрытий (цикл исследований в интересах социально-экономического развития Республики Бурятия). Особо важные разработки внедрены в производство со значительным экономическим эффектом, экспонировались на постоянно действующей выставке разработок СО РАН (Новосибирск) и демонстрировались на передвижной выставке в Китае (Харбин).

Семенов А.П. в разные годы выступал научным руководителем приоритетного направления создания научных основ плазменной эмиссионной электроники и на этой базе электронно- и ионно-лучевых технологий и электровакуумных электрофизических энергоустановок по программе фундаментальных исследований СО РАН и ряда научных и междисциплинарных интеграционных проектов выполняемых по приоритетным направлениям развития науки и технологий Российской Федерации в рамках программ министерств и ведомств Российской Федерации и федеральной программе социально-экономического развития Республики Бурятия, региональным научно-техническим программам, Международного сотрудничества INTAS.

Семенов А.П. в настоящее время главный научный сотрудник – руководитель научной темы FWSF-2024-0010 государственного задания на 2024-2028 годы Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Разработка научных основ модификации поверхностных свойств материалов полифункционального назначения на основе структурно-фазовых превращений, инициируемых газоразрядной плазмой и пучками заряженных частиц». Руководитель проекта Российского фонда фундаментальных исследований №20-08-00207\20 "Разработка физических основ метода синтеза композитных наноструктурированных наноразмерных покрытий $TiN-Cu$ на основе магнетронного разряда с инъекцией пучка ускоренных ионов в магнетрон" (2020-2022). Исполнитель проектов Российского научного фонда № 19-79-10163 (2019-2021), № 19-79-10163-П (2022-2023), № 25-29-01513 (2025-2027) и гранта «PortPlaSter: новый высокоэффективный портативный плазменный источник для лечения инфицированных ран» (2026) Министерства образования и науки Республики Бурятия (Соглашение № 30-2025-008409) в форме субсидии на реализацию приоритетных прикладных научных исследований из республиканского бюджета, в целях увеличения вклада науки и техники в развитие экономики Республики Бурятия. Член Объединенного ученого совета по физическим наукам СО РАН (1999-н.вр.), заместитель председателя Ученого совета

Института физического материаловедения СО РАН (2018-н.вр.). Заместитель председателя диссертационного совета 24.1.463.01 по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния (2023-н.вр.). Является организатором проведения в Бурятии международных и всероссийских конференций, входит в состав оргкомитетов ряда международных и всероссийских конференций и симпозиумов. Председатель программного комитета, постоянно действующего Международного Крейнделевского семинара «Плазменная эмиссионная электроника» (1991-н.вр.).

Семенов А.П. имеет опыт научно-организационной и педагогической деятельности. В 1988 году президиум Бурятского научного центра СО АН СССР выделил фундаментальную тематику, развиваемую в Бурятском институте естественных наук СО АН СССР в отдельную лабораторию лучевой технологии, заведующий лабораторией (1989-2019). Современное название – лаборатория физического материаловедения. Заместитель председателя Президиума Бурятского научного центра СО РАН по научной работе (1995-2012). Заведующий Отделом физических проблем при Президиуме Бурятского научного центра СО РАН (1997-2011). Заведующий кафедрой экспериментальной физики Бурятского государственного университета (1996-2017), читал курс лекций «вакуумная, плазменная эмиссионная электроника, электроника твердого тела», председатель диссертационного совета ДМ 212.022.09 по защите докторских диссертаций по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния (2009-2013), среди его учеников 2 доктора и 6 кандидатов наук. Член экспертного совета Российского совета олимпиад школьников по физике (2010-2012). Председатель регионального экспертного Совета конкурса проектов Российского фонда фундаментальных исследований (2011-2014). Руководитель Центра коллективного пользования «Байкал – аналитик» Бурятского научного центра СО РАН и член приборной комиссии СО РАН (2014-2017). Председатель республиканского экспертного жюри программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (2015-2016). Семенов А.П. - директор-организатор (2011) академического физического института в Бурятии - Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФМ СО РАН) и первый избранный директор ИФМ СО РАН (2012-2017). Будучи директором (2012-2017), внес определяющий вклад в становление и развитие института. По результатам экспертной оценки результативности научной деятельности института - институт отнесен ведомственной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации ко второй категории, как стабильный, успешный, демонстрирующий сильные результаты. Семенов А.П. член Общего собрания СО РАН и РАН (1999-2014). Ученого совета Бурятского государственного университета (1999-2017). Член Совета по науке и инновациям при Главе Республики Бурятия (1998-2018) и экспертно-аналитического совета Народного Хурала Республики Бурятия (1997-2012). Семенову А.П. присвоено ученое звание профессора по кафедре экспериментальной физики (2001) и по специальности «физическая электроника» (2008). «Золотой знак профессора Бурятского государственного университета» (2006).

Семенов А.П. сформировался как признанный ученый, работающий творчески и инициативно в области развития фундаментальных и прикладных научных исследований, связанных с разработкой корпускулярных инновационных технологий, создания полифункциональных покрытий, реализованных в виде инновационного оборудования и новых технологий по заданию министерств и ведомств и в интересах промышленных предприятий. Высоко ценит этику ученого, автор 103 научно-популярных статей, в том числе публикаций, противодействующих засилью псевдонауки в средствах массовой информации. Семенову А.П. распоряжением Президиума РАН от 27.07.2016 № 10108-509 выдан Сертификат эксперта РАН (03 Общая физика) (2016-н.вр.). Эксперт Российского

фонда фундаментальных исследований (направление - корпускулярные, плазменные и лучевые источники для исследований и практики).

Успехи, достижения и вклад в науку отмечены: Диплом СО АН СССР за успехи в науке на конкурсе научной молодежи СО АН СССР (1980). Лауреат премии комсомола Бурятии в области науки и техники (1983). Почетный диплом АН СССР для молодых ученых за разработку газоразрядных источников заряженных частиц (1985). Диплом победителя конкурса прикладных работ СО АН СССР (1989). Почетная грамота Президиума Верховного Совета Бурятской АССР (1991). Почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Бурятия» (1996). Почетная грамота Президента Российской академии наук (1999). Почетная грамота Республики Бурятия (2001). Почетная грамота Президиума СО РАН (2001). Почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» (2002). Почетная грамота Правительства Республики Бурятия (2004). Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2007). Почетный знак СО РАН «Серебряная сигма» (2007). Государственная премия Республики Бурятия в области науки и техники (2014). Юбилейная серебряная медаль СО РАН «Сибирскому отделению РАН – 60 лет» (2017). Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени (2019). Медаль «За безупречный труд и отличие» III степени (2021), медаль «300 лет Российской академии наук» (2025). Заслуженный ветеран СО РАН.

К слову, о семье: жена, Семенова Мария Васильевна, «Отличник народного просвещения РСФСР» (1986), «Отличник просвещения СССР» (1991), «Заслуженный учитель Республики Бурятия» (1999), «Заслуженный учитель Российской Федерации» (2010), дочери: Семенова Ирина Александровна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, доцент по специальности нанотехнологии и наноматериалы, Семенова Анна Александровна, кандидат химических наук.

Собст. инф.