
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІ



L.N. GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY

ЕВРАЗИЙСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Л.Н. ГУМИЛЕВА

ХАБАРШЫ

1995 жылдың қаңтарынан жылына 6 рет шығады

II бөлім

№4(113) · 2016

ВЕСТНИК

выходит 6 раз в год с января 1995г.

II часть

HERALD

Since 1995

II part

Астана

Жаратылыстану және техникалық
ғылымдар сериясы
Серия естественно- технических наук
Natural and technical Series

Жылына 3 рет шығады

Выходит 3 раза в год
Published 3 times a year

Бас редактор: **Е.Б. Сыдықов**

ҚР ҰҒА академигі, тарих ғылымдарының докторы, профессор

Редакция **Р.І. Берсімбаев** (жауапты редактор)

алқасы: *ҚР ҰҒА академигі,
биология ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Т. Темірғалиев
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Л.К.Құсайынова
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Ә. Боқаев
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Ж. Джайчибеков
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

А.А. Адамов
*техника ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Қ.А. Кутербеков
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Р.М. Мырзақұлов
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

А.Т.Ақылбеков
*физика-математика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

И.С. Іргебаева
*химия ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

К.М. Джаналеева
*география ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Т.М. Байтасов
*техника ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Н.Л. Шапекова

*медицина ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

С.А. Абиев

*биология ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

М.Р. Хантурин

*биология ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

М.Ә.Бейсенби

*техника ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

С. Н. Боранбаев

*информатика ғылымдарының
докторы, профессор, Қазақстан*

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасы

Абиев С.А., Асилханова Р.З., Абеуова Ш.М. Агарикоидты саңырауқұлақтардың табиғи популяцияларынан бөлініп алынған культураларды морфобиологиялық, зерттеу және ұзақ сақтау мәселелері	9
Бодикова С.Б., Шорин С.С. Влияние выбросов производственных отходов на окружающую среду	18
Ботбаева Ж.Т., Кульжанова С.М., Бекпергенова Ж.Б., Тулекова А.С., Жанар Биологическая активность темно-каштановых почв в условиях Северо-востока Казахстана	23
Дукенбаева А.Д., Абжалиева А.А. Особенности анатомического строения фиторемедирующих растений <i>Amaranthus retroflexus</i> и <i>Amaranthus paniculatus</i>	30
Жолдасова М.Б., Укбаева Т.Д., Бекенова Э.Е. Табиғи өнімдерден бөлініп алынған сүтқышқылды бактериялардың қасиеттері мен сақталуы	35
Жугунисов К.Д., Булатов Е.А., Таранов Д.С., Ершебулов З.Д., Самолтырова А.Ж., Аманова Ж.Т., Табынов К.К., Абдураимов Е.О., Хайруллин Б.М. Безопасность пероральной вакцины против бешенства на диких и домашних плотоядных животных	40
Зәуірбек Ә. К. Возможность сохранения: аральского моря → северного аральского моря → ... ?	49
Зияханова Р.Н., Дукенбаева А.Д. <i>Asteraceae</i> L. тұқымдасына жататын <i>Helianthus tuberosus</i> L. түрінің вегетативтік мүшелерінің морфологиялық-анатомиялық ерекшеліктері	75
Исаева А.У., Саттарова А.М. Особенности биоремедиации основных типов почв Южно-Казахстанской области, загрязненных Кумкольской нефтью	80
Кайпова Ж.Н., Сатаев М.И., Редюк С.Н., Гарабаджиу А.В., Муталиева Б.Ж. Агроөнеркәсіптік қалдықтар негізінде алынатын биогаздың өнімділігін арттыру үшін метантүзуші бактерияларды өсірудің оңтайлы жағдайларын зерттеу	87
Кайпова Ж.Н., Сатаев М.И., Редюк С.Н., Гарабаджиу А.В., Алтынбеков Р.Ф. Биогаз өндірісі үшін анаэробты реакторға белсендірілген көмір қосу арқылы метанның шығысын ұлғайту	94
Қажғалиев Н.Ж., Қарағойшин Ж.М., Сайдығұмар Т.Е. Шығыс Қазақстан аймағында өсірілетін карпат бал ара тұқымының өнімділігі мен биологиялық қасиеттері	103
Калиева А.Б., Оспанова А.К., Нургожин Р.Ж., Биткеева А.А. Состав гноуса и его значение для человека	109
Kelesbaev A.E., Ashimov S.A., Shalakhmetova G.A., Alikulov Z.A. <i>In vivo</i> activation of molybdoenzymes by exogenous molybdate improves fish quality in aquaculture	113
Мукиянова Г.С., Акбасова А.Ж., Нурбекова Ж.А., Ергалиев Т.М., Жангазин С.Б., Тлеукулова Ж.Б., Батыршина Ж.С. Роль фитогормонов в регуляции противовирусной защитной системы растений.	119
Мусабаева М.Н Теңіз-Қорғалжын көлдік геожүйесінің гидрографиялық жағдайын анықтау	125
Мусабаева М.Н Теңіз-Қорғалжын көлдер геожүйесінің мониторингі	133

Мухаметкаримов К.М., Кенжегулова С.О., Ибраева А.М. Трансформация основных показателей плодородия почв умеренно-сухой степи Павлодарской области ...	140
Омаралиева А.М., Джандарбекова Д. Д., Балабеков А.А. Биологическая ценность диетического Айрана, обогащенной растительной добавкой	147
Рахметова А.Ш., Укбаева Т.Д. Цитокиндердің рецепторлары, әсер ету механизмі және медицинада қолдануы	154
Рымбекова А.С., Укбаева Т.Д. Внутриклеточная передача сигналов при действии цитокинов	163
Сарсекеева А.К., Нургожин Р.Ж., Калиева А.Б. Практический опыт применения элементов PISA, TIMSS и научных проектов на уроках биологии в ГУ «Ефремовская СОШ Павлодарского района Павлодарской области»	170
Сарсембаева М.У., Исаев Ғ.И., Халикова Г.С. Влияние пенициллина и стрептомицина на рост и развитие фасоли в условиях вегетационного опыта.....	177
Сембаева Ж.П., Қарагойшин Ж.М. Астана қаласында жеміс- жидектер мен көкөністердің инвазиялық ауруларының қоздырғыштарын зерттеу	182
Султангазина Г.Ж., Куприянов А.Н., Нұрбекова Б.Ж., Абилова Г.А. Полыни Кокшетауского флористического района.....	187
Тулегенова Ж.А, Ещжанов Т.Е, Спанбаев А.Д., Мендыгарина А.Б., Елемесова В.Р., Елғазы Т. Мицелиалды саңырауқұлақтардан геномдық ДНҚ-ны экстракциялау әдістемесінің оптимизациясы	191
Тулекова А.С., Ботбаева Ж.Т., Рамазанова Р.Х., Турсинбаева А.Е., Кенжегулова С.О. Ақмола облысы жағдайында әртүрлі деңгейдегі азотпен қоректендірілген дәнді дақылдар өсірілген күңгірт-қара қоңыр топырақтарының биологиялық белсенділігі	196
Турганбаева А.К., Какимжанова А.А., Шек Г.О. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы методами гибридизации и гаплоидии	204
Халикова Г.С., Исаев Ғ.И., Адилбекова А.Н. Биология пәнін оқытуда ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу ерекшеліктері	210
Халикова Г.С., Исаев Ғ.И., Адилбекова А.Н. Әртүрлі ағзалардың қоректік тізбек бойынша арақатынасына наноұнтақтардың биологиялық әсері.....	214
Шаяхметова А.А., Мусатаева И.С. Создание и использование цифрового образовательного ресурса для развития мышления учащихся.....	219

ТЕХНИКА

ТЕХНИКА

Абденов А.Ж., Абденова Г.А., Ильина Л.В., Раков М.А. Построение кусочно-разностной модели для оценивания прочности цементного камня в зависимости от вводимой минеральной добавки	223
Абденов А.Ж., Рубанович М.Г. Оценка точности расчета индуктивности микрополосковой линии на основе экспериментальных данных	234
Абдугулова Ж.К., Есентаева А.К., Сагиланов Ж.А. Қазақстан Республикасының көмір өнеркәсібін перспективалы дамытудың маңызды бағыты жер қойнауын кешенді пайдалану, көмірді қайта өңдеудің, сақтаудың және тасымалдаудың өндірістік процестері	240
Абеков У.Е., Куликов В.Ю., Доненбаева Н.С. Исследование технологии изготовления отливок литьём по газифицируемым моделям.....	246

Aldungarova A.K., Aldungarova As.K., Kozionov V.A., Issina A.Z., Abisheva G.K. Variants of strengthening of hydraulic structures using geosynthetics with use examples of foreign experience.....	250
Аниканова Л.А., Кудяков А.И., Волкова О.В. Сухие строительные смеси штукатурные с композиционным фторангид-ритовым вяжущим.....	256
Байхожаева Б.У., Джумадилова Н.М. Өсімдік шикізаттары қосылған паштеттің жаңа түрін дайындау технологиясы	262
Бейсенби М.А., Закарина А.Ж. Система управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости в классе четырехпараметрических структурно-устойчивых отображений с m-входами и одним выходом	267
Балдин И.В., Уткин Д. Г. Экспериментальные исследования несущих ригелей конструктивной системы «КУПАСС» на действие статических нагрузок	273
Балдин И.В., Уткин Д. Г. Экспериментальные исследования несущих ригелей конструктивной системы «КУПАСС» на действие статических нагрузок	280
Балдин И.В., Уткин Д. Г. Исследования узлов сопряжения колонны и несущих ригелей конструктивной системы «КУПАСС» на действие статических нагрузок	287
Бейсенбаев О.К., Исаков Н.К., Ханходжаев Ш.Х., Иса А.Б. Получение и исследование флокулянтов на основе модифицированных производных полиакрилонитрила	294
Глазырина Н.С., Глазырин С.А. Разработка алгоритма работы ионитного фильтра с целью повышения ресурсосбережения на тепловой электростанции	301
Джакипбекова Н.О., Курбанбай А.Е, Иса А.Б., Тасбалтаева А.Б., Бекжигитова К.А. Исследование процесса электроосаждения меди из сульфатных растворов в присутствии полимерных ингибиторов.....	307
Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Касенова Ж.М., Зикирина А.М., Холод А.В. Получение горючего газа из Сарыадырского угля (пласт «Пятиметровый»).....	312
Еселханова Г.А., Есбенбетова Ж.Х. Зиянды және қолайсыз еңбек жағдайларында жұмыс істейтін жұмысшыларға кепілдіктер тағайындаудың қолданыстағы механизмдері	316
Есенова Н.М., Киргизбаева К.Ж., Ахмедьянов А.У. Цемент негізінде құрылыс материалдарының сапасын бағалау критерийлерін таңдау әдістемесі.....	321
Жакупова Г.Н., Тоғызбаева А.С. Емдік-профилактикалық мақсатта қолданылатын сүтқышқыл өнімдердің технологиясын жасау	327
Zhakupova G.N., Kundyzbayeva N.J., Mergalimova D., Nurserik K. The usage of dairy raw materials in prophylactic purposes.....	333
Исина А.З., Бисенова Ж.С., Алдунгарова А.К. Проблемы геотехнической защиты исторических памятников архитектуры.....	341
Исаков Н., Ханходжаев Ш., Бейсенбаев О.К, Иса А.Б. Разработка технологии очистки сточных вод от фенолов и нефтепродуктов.....	348
Kartbayev A.Zh. A hybrid approach to statistical machine translation problem using morphological segmentation	354
Керимбай Н.Н., Бекмухамед Б., Какимжанов Е.Х., Мукалиев Ж.К. Методика обучения процессом дистанционного образования по дисциплине геоинформатики для студентов специальности географий	360

Козионов В.А., Алдунгарова А.К. Оценка влияния крупнообломочных включений на ползучесть глинистых грунтов при одномерном уплотнении	368
Косанова И.М., Ахмедьянов А.У., Киргизбаева К.Ж., Джаксымбетова М.А. Ауаны тазартуда наномембраналарды қолдану мәселелері	377
Крекешева Т. И., Бекенова М.А., Отаров Е.Ж. Особенности условий труда на предприятиях по производству ферросплавов	383
Кудабаева А.К., Джанахметов О.К., Исмаилова А.А., Садыкова Ж.М. Новые технологии для производства перчаточно-галантерейной кожи	387
Кудубаева С.А., Жарлыкасов Б.Ж., Калжанов М.У. Поиск уникальных точек с построением дескрипторов в задачах сопоставления изображений	396
Кудяков А.И., Абакумов А.Е. Технологические решения производства керамзитового гравия повышенной прочности из глинистого сырья томской области	403
Куликов В.В., Левицкая М.С. Выбор направлений совершенствования инженерных систем жизнеобеспечения зданий на основе результатов патентных исследований	411
Мизамова К.И., Сейтжанова К.К., Таскалиева А.Т. Исследование системы управления проектами методом сетевого планирования в строительной индустрии	418
Михайлова С.Л., Приходько О.Ю., Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Манабаев Н.К., Максимова С.Я., Тауасаров К.А., Исмаилова Г.А. О термической стабильности тонких плёнок α -C:H <Ag>	424
Мокеева Н.С., Нармбаева Э.К., Абилкаламова К.К. Разработка компьютерной программы определения рационального гардероба одежды	431
Надиров К.С., Жантасов М.К., Надирова Ж.К., Смаилов Е., Мамекова С.К., Орынбасаров А.К., Калменов М.У. Разработка состава депрессорных присадок для парафинистой нефти	436
Надиров Н.К., Бимбетова Г.Ж., Надирова Ж.К., Жантасов М.К., Ашимова Т.С., Орынбасаров А.К., Зият А.Ж. Обоснование выбора марки сэвилена для получения депрессорных присадок	441
Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Нифонтов Ю.А., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Орынбасаров А.К., Зият А.Ж. Антикоррозионная смазка – покрытие «Госси-СМ»	445
Надиров Н.К., Сақыбаев Б.А., Надиров К.С., Жантасов М.К., Орынбасаров А.К., Зият А.Ж., Калменов М.У. Состав композиционных депрессорных присадок расширенного спектра действия	450
Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Жантасов М.К., Надиров Р.К., Бимбетова Г.Ж., Орынбасаров А.К., Зият А.Ж. Разработка состава для защиты от коррозии нефтепромыслового оборудования	455
Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Садырбаева А.С., Нифонтов Ю.А., Надиров Р.К., Колесников А.С., Туребекова А.М. Особенности коррозионных процессов под пленками из госсиполовой смолы	460
Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Садырбаева А.С., Нифонтов Ю.А., Надиров Р.К., Колесников А.С., Туребекова А.М. Разработка смазочной консистентной композиции на основе госсиполовой смолы	465
Нармбаева Э.К., Абилкаламова К.К. Основные понятия и роль дизайн-деятельности при проектировании рационального гардероба одежды	469

Ничинский А.Н., Солодкова Д. И., Нефедов А.А. Малогабаритные изделия в благоустройстве и способы повышения их эксплуатационных характеристик	473
Овсянников С.Н., Степанова Т.А. Строительство энергосберегающего полносборного жилья экономического класса.....	478
Овсянников С.Н., Максимов В.Б. Новые конструктивные решения каркасно-панельного дома.....	484
Овсянников С.Н., Лелюга О.В., Самохвалов А.С. Теоретические и экспериментальные исследование звукоизоляции двухветвевых перегородок в каркасных зданиях.....	490
Прищепа И.А., Кудяков А.И. Цементный пенобетон с микропористыми минеральными и органоминеральными добавками.....	496
Сакыбаев Б.А., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Орынбасаров А.К., Зият А.Ж., Айбеков Б.Н. Электретные свойства полимерных композитов на основе полиэтилена с добавками таурита и госсипола.....	500
Шакиров А.Т., Курмангалиева Д.Б., Каимова Г.Т., Хаметова Ш.Б., Ибжанова А.А. Безопасность при проведении подготовительных выработок на шахте «Тентекская»	505
Шаушенова А.Г., Муратова Г.К., Тәжібай Л.К. Автомобиль шығарындыларымен қала атмосферасыныңластануын есептеу жүйесініңмониторингі	512
Смайлова У.У., Нуржасарова М.А., Нарисбаева Э.К., Болатханова Ж.Е., Токтарбаева А.Т. Қолданбалы өнердегі қазақтыңұлттықоюларыныңкөркемдік және тарихи анализін талдау	516
Смайлова У.У., Нуржасарова М.А., Нарисбаева Э.К. Қазақ ұлттық дәстүрлі киімдерін негіздей джинсалы матадан заманауи үлгідегі бұйымдарды өңделуінің үйлесімділігін анализдеу	524
Туремуратов Р.С., Бейсенбаев О.К., Иса А.Б., Искендилов Б.Ж. Исследование присадок на основе гомополимеров и сополимеров для дизельных топлив	527
Уатаев Н.К., Ракишев Ж.Б. Орта қуатты жер серігінің электр қамтамасыз ету жүйесінің басқарып реттеу құрылғысын жобалау.....	532
Утепова М.Т. Для решения вопроса масштабирования архитектурно-строительных объектов в центробежном моделировании	539
Ясидин Ж.С., Калиева Ж.Е. Құрылыс материалдары мен керамикалық бұйымдар өндірісі үшін арналған шикізат	543

ЖАС ҒАЛЫМДАР МІНБЕРІ

Трибуна молодых ученых

Алдабергенов М.Т. Психологический фактор – как основа восприятия архитектурного пространства.....	546
Бексеитов Е.К. Ревматоидты артрит ауруы патогенезі және даму ерекшелігі	551
Елшибеков Р.Б., Достоева А.М., Айтбаев Н.Б. Құрамында 0,5 масс.% дейін Zr бар алюминий қорытпаларының ыстық иленген беттерінің қаттылығымен электр кедергісіне күйдірудің әсері.....	556
Жагипарова Б.М. Модель влияния наночастиц золота на электронный спектр перилена производного красителя.....	562
Коксеген А.Е., Джумагалиева А.М. Обзор системы телеметрии в беспроводных сетях	570

Қуанышбаева М.Қ., Смагулова Р.Б., Жағыпар К.Е. Принцип работы программы FRESCO	575
Муратбек С.А., Мұстафаева Ә.Н. Анализ эксплуатационной надежности приборов целевой аппаратуры космического аппарата	579
Тлеукулова А.Р., Баранбаева Г.Ш., Даулет Ж. Тиімді қоспалары бар бетондар ..	584
Тұрмағанбетова Ш.Қ., Омарбекова А.С. Сұрақ-жауап жүйесі: әдістемесі және тәсілдері.....	588
Тұрмағанбетова Ш.Қ., Омарбекова А.С. Сұрақ-жауап жүйелері: жалпы құрылымы, түрлері	599
Сейтжапбар М.М. Распределение при обслуживании потока клиентов	610
Шегебаева А.Н. Ғарыштық кеңістікте өз осімен айналатын цилиндрдегі температуралық жағдайды анықтау.....	617

УДК: 669.018; 621.315.392

Михайлова С.Л., Приходько О.Ю., Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Манабаев Н.К., Максимова С.Я., Тауасаров К.А., Исмаилова Г.А.

О термической стабильности тонких плёнок а-С:Н <Ag>¹

(Национальная нанолaborатория открытого типа (ННЛОТ),

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан)

В работе приведены результаты исследований по влиянию отжига на структуру и особенности резонансного поглощения плёнок а-С:Н <Ag>. Пленки были получены методом ионно-плазменного магнетронного распыления в атмосфере смеси газов аргона и метана (96% и 4%). Модифицированные Ag пленки а-С:Н <Ag> получали при распылении комбинированной мишени из серебра и графита. Концентрация примеси серебра в плёнках составляла 0,74 ат. %. Изменение структуры и оптически свойств плёнок в результате термического воздействия контролировались методами рамановской и оптической спектроскопии. Установлено, что при отжиге плёнок а-С:Н и а-С:Н <Ag> наблюдается увеличение концентрации sp^2 гибридных связей в структуре плёнок а-С:Н и а-С:Н <Ag>. Показано, что существенные изменения параметров резонансного поглощения в плёнках а-С:Н <Ag> происходят при температуре отжига превышающей 300 °С. При этом средний размер наночастиц серебра в свежеприготовленных плёнках а-С:Н <Ag> составляет ~ 2,8 нм и практически не изменяется в области температур отжига не превышающих 300 °С. Выявленные изменения структуры и оптических свойств плёнок при отжиге связаны с графитизацией их матрицы плёнок.

Ключевые слова: ионно-плазменное магнетронное распыление, аморфные углеродные пленки а-С:Н, наночастицы серебра, рамановская и оптическая спектроскопия, плазмонный резонанс.

Известно, что модифицирование плёнок аморфного гидрогенизированного углерода (а-С:Н) металлами химически не взаимодействующими с атомами углерода приводит к встраиванию этих металлов в виде изолированных малоразмерных частиц (наночастиц) в матрицу пленки. Наличие изолированных наночастиц металла в матрице пленок а-С:Н приводит к резонансному поглощению электромагнитного излучения свободными электронами металлических наночастиц - поверхностный плазменный резонанс. Интенсивность резонанса тем выше, чем больше свободных электронов в металле приходится на один атом. Металлами, химически не взаимодействующими с матрицей а-С:Н, являются Ag, Au, Al, Cu, Pt и др. Среди приведенных металлов особое место занимает серебро, которое является одним из лидирующих металлов по числу свободных электронов на один атом, поэтому плазмонный резонанс на наночастицах серебра наиболее ярко выражен[1]. Пленки а-С:Н модифицированные серебром применяются в различных областях как антисептические покрытия, антифрикционные покрытия и в перспективе как квантовые переключатели.[2] Однако, вопрос о термической стабильности плёнок а-С:Н <Ag> остаётся практически не изученным.

В данной работе приведены результаты исследований по влиянию отжига на структуру и характеристики резонансного поглощения плёнок а-С:Н <Ag>.

Технология получения плёнок и контроль их состава и структуры

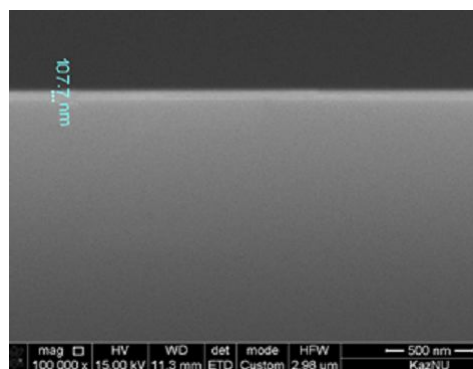
Пленки а-С:Н <Ag> получались методом ионно-плазменного магнетронного со-распыления на постоянном токе комбинированной мишени из графита и серебра в атмосфере смеси газов 96 % аргона и 4% метана при давлении ~1 Па. Напряжение в процессе распыления составляло от 400 до 500 В и ток от 20 до 30 мА. Плёнки осаждали на подложки из стекла, кварца и монокристаллического кремния (с-Si). Температура подложек при осаждении плёнок составляла 100 °С. Отжиг полученных плёнок проводили в атмосфере аргона в температурном интервале от 200 до 350 °С в течение 30 минут.

Толщина пленок определялась при помощи сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Quanta 3D 200i с использованием пучка электронов с энергией до 30 кэВ при сканировании скола структуры, состоящей из кристаллического кремния (с-Si) и изучаемой пленки. (рис. 1) Она составляла в среднем от ~ 50 до ~100 нм.

Концентрацию примеси серебра в плёнках изменяли путем вариации площади покрытия графита серебром в зоне распыления мишени.

Для определения элементного состава пленок а-С:Н <Ag> методом энерго-дисперсионного анализа и их морфологии так же использовали СЭМ Quanta 3D 200i. Из анализа энерго-дисперсионных спектров и морфологии пленок, приведенных на рисунке 2 было установлено, что они содержат только примесь вводимого металла, являются сплошными и не содержат

¹Работа выполнена в рамках гранта N 4608/ГФ4 Министерства Образования и Науки Республики Казахстан



толщина пленки a-C:H <Ag> - 107.7 нм

Рисунок 1 – СЭМ-изображение скола структуры: пленка a-C:H <Ag> /a-Si

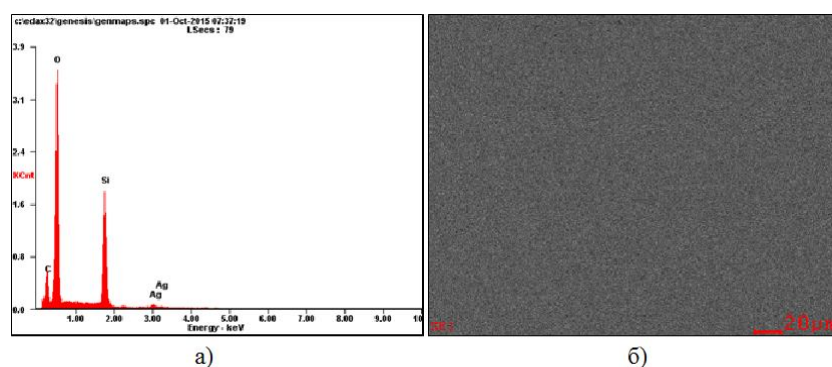


Рисунок 2 – Энерго-дисперсионный спектр (а) и морфология поверхности (б) пленок a-C:H <Ag>

дефектов микронных размеров. Концентрация примеси Ag в плёнках a-C:H <Ag> составляла 0,74 ат. %.

Структуру пленок контролировали при помощи просвечивающей электронной микроскопии На (ПЭМ) JEM 2100 JEOL с ускоряющим напряжением электронов 200 кВ. На рисунке 3 (а) показаны типичные электронограмма и ПЭМ-изображение пленок a-C:H. Из рисунка видно, что электронограмма чистой плёнки представляет собой размытые дифракционные кольца (диффузное гало), характерные для аморфной структуры. Из ПЭМ-изображения следует, что структура пленок неоднородна и, как минимум, двухфазна, что характерно для пленок a-C:H.

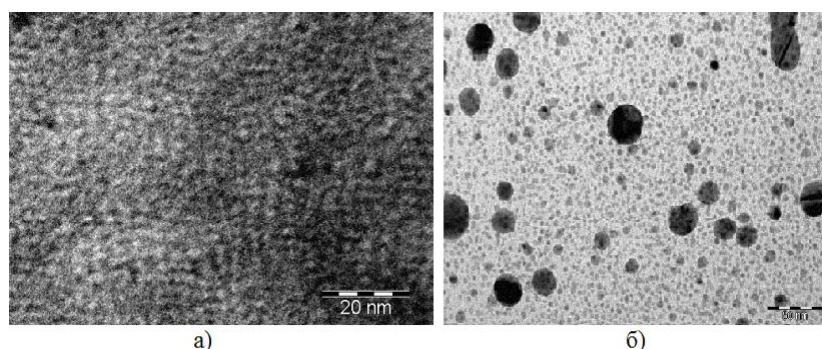


Рисунок 3 – ПЭМ-изображение и электронограмма пленок a-C:H(а) и a-C:H <Ag> (б)

Из ПЭМ-изображения пленки a-C:H <Ag> (рис. 3 (б)) видно, что в аморфной матрице пленки находится большое количество изолированных друг от друга наночастиц Ag разных размеров, причем концентрация больших наночастиц незначительна. На рисунке 3(б) приведена электронограмма с участка пленки a-C:H <Ag>, в центре которой находилась большая наночастица Ag. Поэтому электронограмма характеризует в больше мере структуру

наночастицы Ag и небольшую область вокруг неё. Из электронограммы следует, что частица имеет монокристаллическую структуру и находится в аморфной матрице. Оценка распределения наночастиц Ag по размерам в пленках а-С:Н <Ag> (рис. 4), проведенная с помощью обработки ПЭМ-изображений по программе ImageJ, дает значение ~ 2 нм.

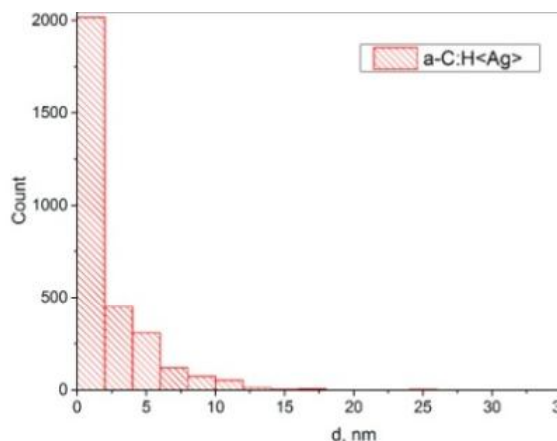


Рисунок 4 – Распределение наночастиц по размерам после обработки ПЭМ-изображения пленки а-С:Н <Ag>

Влияние отжига на структуру и оптическое поглощение пленок а-С:Н и а-С:Н <Ag>

Изменение структуры плёнок в результате отжига исследовали с помощью рамановского спектрометра Ntegra Thermo с использованием лазерного излучения с $\lambda = 473$ нм.

Как известно, в рамановских спектрах аморфных алмазоподобных пленок наблюдаются два пика: пик G (graphitelike), отвечающий за колебания графитовой составляющей и расположенный в области 1560 см^{-1} , и пик D (disordered), отвечающий за колебания атомов углерода в виде бензольных колец и расположенный в области 1400 см^{-1} [3]. Структуру плёнок а-С:Н можно проанализировать исходя из положения пика G и отношению интенсивностей пиков D и G (I_D / I_G) [3,4]. Из работ [3,4] следует, что положение пика G при $(1555 \pm 3) \text{ см}^{-1}$ в рамановском спектре пленок а-С:Н и значение отношения интенсивностей I_D / I_G меньше 0,6 соответствует алмазоподобной структуре. Стремление значения I_D / I_G к величине, большей $0,6 \pm 0,05$ свидетельствует об уменьшении концентрации sp^3 гибридизированных связей, то есть об увеличении графитоподобной составляющей в структуре пленок.

На рисунке 5 показано влияние отжига на рамановские спектры чистых плёнок а-С:Н (рис. 5 а) и пленок а-С:Н <Ag> (рис. 5 б). Рамановские спектры свежеприготовленных пленок а-С:Н и а-С:Н <Ag>, полученных при температуре осаждения 100°C , имели вид, характерный для структуры алмазоподобного углерода [3]. Отжиг пленок приводит к изменению положения D и G пиков и их интенсивности I_D / I_G .

Из анализа изменения рамановских спектров плёнок (положение пика G , D и отношение интенсивностей I_D / I_G) в результате термического воздействия следует, что отжиг плёнок а-С:Н и а-С:Н <Ag> приводит к небольшому смещению пика G в область меньших энергий без значительного изменения его интенсивности (рис. 6 а). Интенсивность пика D плёнок а-С:Н и а-С:Н <Ag> после термического воздействия увеличивается, он смещается в высокоэнергетическую область спектра, соотношение I_D / I_G так же возрастает с увеличением температуры отжига (рис. 6 б).

Такая трансформация рамановского спектра свидетельствует о возрастании доли sp^2 гибридизированных связей в структуре плёнок а-С:Н и а-С:Н <Ag> с увеличением температуры отжига. Важно отметить, что в полученных рамановских спектрах не выявляется заметное влияние наночастиц серебра, что свидетельствует о слабом взаимодействии наночастиц металлов с матрицей плёнок.

Оптические свойства плёнок (спектральную зависимость оптической плотности) исследовали на спектрофотометре Shimadzu UV 3600 в диапазоне длин волн от 300 до

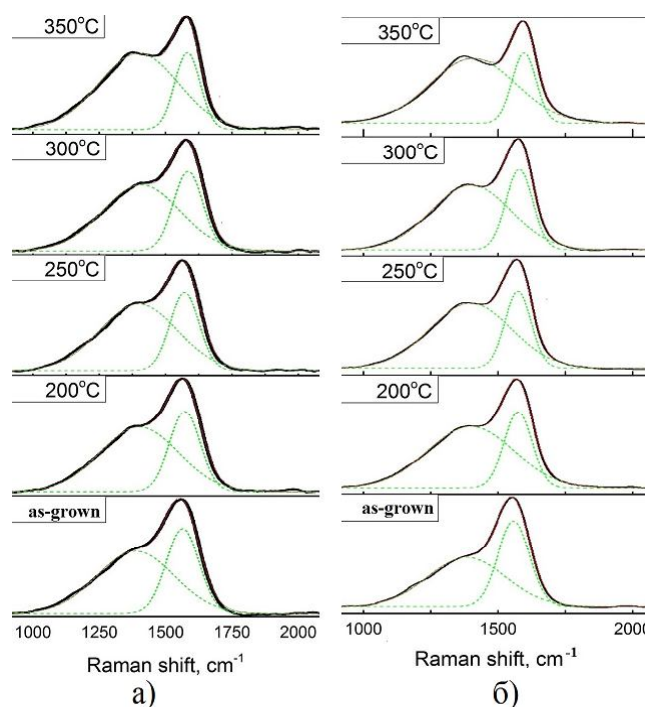


Рисунок 5 – Спектры КРС пленок а-С:Н(а) и а-С:Н <Ag> (б), отожженных при разных температурах

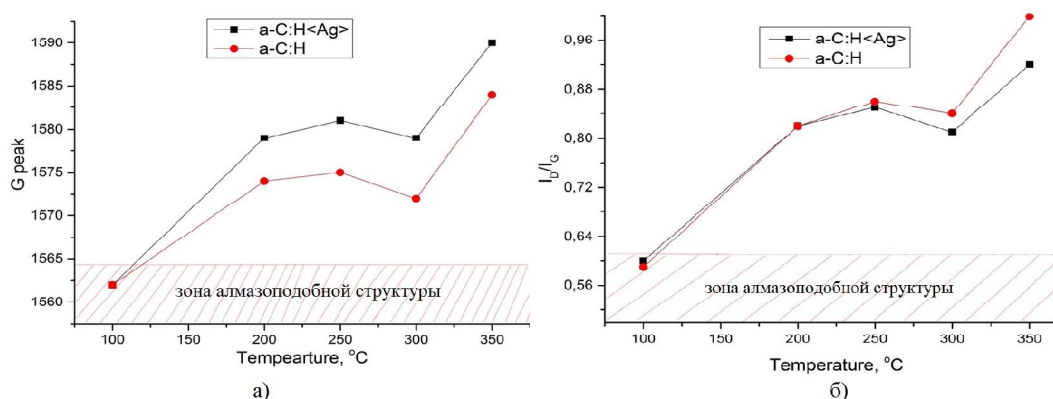


Рисунок 6 – Изменения положения пика G(а) и отношение интенсивностей ID/IG (б) в пленках а-С:Н и а-С:Н <Ag>

1000 нм. На рисунке 7 показано влияние отжига спектры оптической плотности пленок а-С:Н и а-С:Н <Ag> .

Видно, что свежеприготовленные плёнки а-С:Н, полученные при температуре осаждения 100 °С, характеризуются низкой оптической плотностью (высокой прозрачностью) в исследуемой области спектра, которая слабо зависит от температуры отжига. В свежеприготовленных плёнках а-С:Н <Ag> наблюдается пик оптического резонансного поглощения в области 447 нм. В результате отжига резонансный пик становится менее выраженным: наблюдается уменьшение его интенсивности и увеличение полуширины. Более детальное изменение оптических характеристик резонансного поглощения (интенсивности, положения максимума резонансного пика и его полуширины) в результате отжига показано на рисунке 8.

Из анализа изменения параметров резонансного пика с температурой следует, что существенные изменения параметров наблюдается при температуре отжига превышающей 300 °С, что по-видимому связано с графитизацией матрицы плёнок а-С:Н <Ag> .

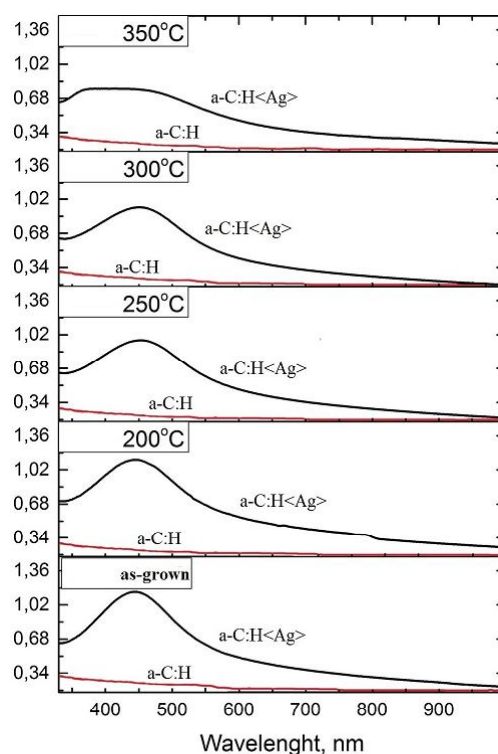


Рисунок 7 – Спектры оптической плотности пленок a-C:H и a-C:H <Ag> отожженных при разных температурах

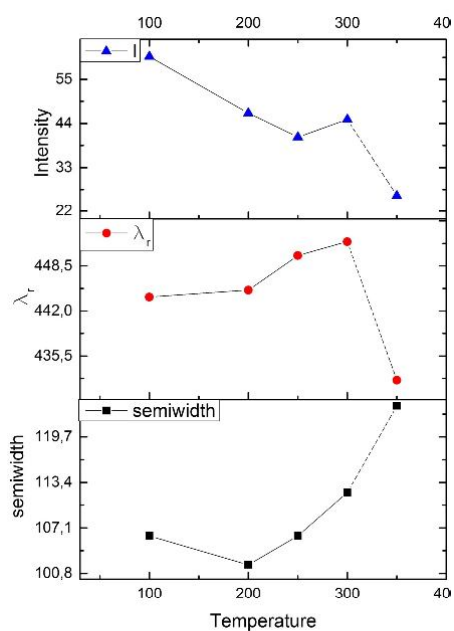


Рисунок 8 – Зависимость интенсивности резонансного пика, положение его максимума (б) и полуширины (в) от температуры отжига в плёнках a-C:H <Ag>

Рассмотрим влияние температуры отжига на средний размер наночастиц серебра, отвечающих за резонансное поглощение. Для расчёта среднего размера наночастиц серебра из пиков резонансного оптического поглощения использовали теорию Ми[5], из которой следует, что средний диаметр наночастицы может быть оценён из выражения,

$$D = \frac{V_f \lambda_p^2}{\pi \Delta \lambda}$$

где V_f – скорость электронов на уровне Ферми в металле, для серебра она составляет $V_f = 1,39 \cdot 10^8$ см/с, c – скорость света, λ_p – характеристическая длина волны, при которой происходит плазмонный резонанс, $\Delta\lambda$ – полуширина резонансного максимума.

Расчёт показал, что средний размер наночастиц серебра в свежеприготовленных плёнках а-С:Н <Ag> составляет ~ 2.8 нм и практически не изменяется в области температур отжига не превышающих 300°C (рис. 9). Оценка среднего размера наночастиц серебра в плёнках а-С:Н <Ag>, отожженных при температуре выше 300°C даёт значение ~ 2.2 нм, но она является неоднозначной из-за существенного изменения формы пика.

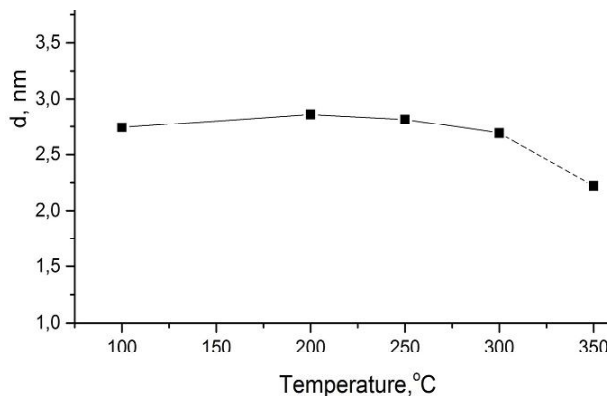


Рисунок 9 – Зависимость диаметра наночастиц серебра от температуры отжига в пленке а-С:Н <Ag>

Таким образом, исследования термической стабильности плёнок а-С:Н <Ag> показывают, что их структура и оптические свойства достаточно стабильны в области воздействия температур до 300°C .

Закключение

В работе приведены результаты исследований по влиянию отжига на структуру и характеристики резонансного поглощения плёнок а-С:Н <Ag>. Установлено, что при отжиге плёнок а-С:Н и а-С:Н <Ag> наблюдается графитизация их матрицы, то есть наблюдается увеличение концентрации sp^2 гибридизированных связей в структуре плёнок а-С:Н и а-С:Н <Ag>.

Показано, что существенные изменения параметров резонансного поглощения в плёнках а-С:Н <Ag> наблюдаются при температуре отжига превышающей 300°C , что по-видимому связано с графитизацией матрицы плёнок а-С:Н <Ag>. Установлено, что средний размер наночастиц серебра в свежеприготовленных плёнках а-С:Н <Ag> составляет ~ 2.8 нм и практически не изменяется в области температур отжига не превышающих 300°C .

Благодарность

Авторы работы выражают благодарность сотрудникам Национальной нанотехнологической лаборатории открытого типа (ННЛОТ) КазНУ им. аль-Фараби Немкаевой Р.Р. и Гусейнову Н.Р., а так же СНС института ядерной физики Рофману О.В.

Литература

- 1 Степанов А.Л. Оптические свойства металлических наночастиц, синтезированных в полимере методом ионной имплантации // ЖТФ. – 2004. – Т. 74, №2. – С. 1-12.
- 2 Sh. Sh. Sarsembinov, O. Yu. Prikhodko, A. P. Ryaguzov, S. Ya. Maksimova, Ye. A. Daineko, F. A. Mahmoud, Electronic properties of diamond-like carbon films modified by silver nanoclusters // Phys. Status Solidi, C.- 7, No. 3-4, P. -805-807.-2010
- 3 C. Casiraghi, A. C. Ferrari,* and J. Robertson, Raman spectroscopy of hydrogenated amorphous carbons // PHYSICAL REVIEW, -Vol 72, -P. 085401 -2005
- 4 Robertson J., Diamond-like amorphous carbon // Mater. Eng. R.,-Vol. 37, P. 129-281., 2002
- 5 Петров Ю.И. Физика малых частиц. - М.: Наука, 1982. -360 с.

References

- 1 Stepanov A.L. Opticheskie svoystva metalicheskikh nanochastits, sintezirovannih v polimere metodom ionnoy implantatsii // JTF. – 2004. – Т. 74, №2. – С. 1-12.
- 2 Sh. Sh. Sarsembinov, O. Yu. Prikhodko, A. P. Ryaguzov, S. Ya. Maksimova, Ye. A. Daineko, F. A. Mahmoud, Electronic properties of diamond-like carbon films modified by silver nanoclusters // Phys. Status Solidi, C.- 7, No. 3-4, P. -805-807.-2010
- 3 C. Casiraghi, A. C. Ferrari,* and J. Robertson, Raman spectroscopy of hydrogenated amorphous carbons // PHYSICAL REVIEW, -Vol 72, -P. 085401 -2005
- 4 Robertson J., Diamond-like amorphous carbon // Mater. Eng. R.,-Vol. 37, P. 129-281., 2002
- 5 Petrov Y.I. Fizika malih chastits - M.: Nauka, 1982. -360 s.

Михайлова С.Л., Приходько О.Ю., Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Манабаев Н.К., Максимова С.Я., Тауасаров К.А., Исмаилова Г.А.

А-С:Н <Ag> жұқа қабыршақтарын жылу тұрақтылықтан туралы

Жұмыста күйдірудің әсерінен а-С:Н <Ag> қабыршағының резонансты жұтылу ерекшеліктеріне және құрылымына зерттеу нәтижелері көрсетілген. Қабыршақтар атмосферада аргон газының және метанның (96% және 4%) қоспасынан ионды-плазмалық магнетрондық тозаңдату әдісімен алынған. Түрлендірілген Ag қабыршағын а-С:Н <Ag> күміс пен графиттен аралас нысанды тозаңдату әсерінен алынған. Қабыршақтағы күміс қоспасының концентрациясы 0,74 ат. % құрады. Термиялық әсерлесу нәтижесінде қабыршақтардың құрылымының және оптикалық қасиеттерінің өзгерісі Раман және оптикалық спектроскопия әдістерімен бақыланды. а-С:Н және а-С:Н <Ag> қабыршақтарын күйдіру кезінде а-С:Н және а-С:Н <Ag> қабыршақтарының құрылымында sp^2 , будандастырылған байланыс концентрациясы бақыланады. а-С:Н <Ag> қабыршақтарындағы резонансты жұтылу параметрлерінің айтарлықтай өзгерісі күйдіру температурасын 300 °С жоғарылатқан кезде орын алады. а-С:Н <Ag> қабыршақтарында жаңа дайындалған күмістің нанобөлшектерінің орташа өлшемі 2,8 нм құрайды және 300 °С аспаған күйдіру температурасының аймағында айтарлықтай өзгермейді. Күйдіру кезіндегі қабыршақтардың оптикалық қасиеттерінің және құрылымдарының көрсетілген өзгерістері қабыршақ матрицаларының гравитациялығымен байланысты.

Түйін сөздер: ионды-плазмалық магнетрондық тозаңдату, аморфты а-С:Н көміртекті қабыршақ, күмістің нанобөлшектері, Раман және оптикалық спектроскопия, плазмалық резонанс

Mikhailova S.L., Prikhodko O.Y., Muhametkarimov Y.S., Dauthan K., Manabaev N.K., Maksimova S.Y., Tauassarov K.A., Ismoilova G.A.

About thermal stability of a-C:H <Ag> thin films

In this work we presented the results of studies of the annealing effect on both structure and features of resonant absorption of a-C:H <Ag> films. Films were prepared by ion-plasma magnetron sputtering in the gas mixture atmosphere of argon and methane (96% and 4%). The a-C:H <Ag> films modified by Ag produced by spattering the combined target of silver and graphite. The concentration of silver impurity in the films was 0.74 am. %. Changes in the structure and optical properties of the films due to thermal effects were controlled by raman and optical spectroscopy methods. It was found that annealing of a-C:H and a-C:H <Ag> films leads to increase in concentration of sp^2 hybridized bonds in the a-C:H and a-C:H <Ag> films structure. It is shown that significant changes in the parameters of the resonance absorption in a-C:H <Ag> films occur when the annealing temperature exceed 300 °C. The average size of silver nanoparticles in the as-grown a-C:H <Ag> films is ~ 2.8 nm and was almost unchanged when annealing temperature don't exceed 300 °C. The revealed changes in structure and optical properties of the films during annealing associated with the graphitization of the films matrix.

Keywords: ion-plasma magnetron sputtering, amorphous carbon a-C:H films, silver nanoparticles, raman and optical spectroscopy, plasmon resonance.

Поступила в редакцию 12.05.2016