

Теорема.

Уравнение $Z = \max_{\alpha \in M} (\alpha, X^s)^{1/s}$ и уравнение

$$Z^n = \sum_{j=1}^m X_j^n \cdot \dot{a} \cdot \left(\frac{\partial u}{\partial a} \right)^n = \sum_{j=1}^m \left(D_j \frac{\partial^2 u}{\partial x_j^2} \right)^n \text{ эквивалентны.}$$

Уравнение $\frac{\partial u}{\partial a} = \max_{\alpha \in M} \left(\alpha \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^s \right)^{1/s}$ или

$$\left(\frac{\partial u}{\partial a} \right)^n = \sum_{j=1}^m \left(D_j \frac{\partial^2 u}{\partial x_j^2} \right)^n \text{ называется уравнением}$$

популяционной турбулентности.

Практическое применение полученных результатов связано с расчётами популяционной турбулентности с учётом временно-возрастного-пространственного распределения необходимыми для анализа устойчивости конкретных популяций, популяций как животного мира, так и популяций людей.

4. Заключение

Сформулирована теорема и обоснована математическая постановка задачи в нестационарном режиме с учётом временного, возрастного и пространственного распределения, необходимыми для анализа устойчивости популяций людей. Показано, что полученные результаты имеют общий характер и могут быть применены для научно-обоснованного прогнозирования человеческой популяции. Возможность подобных прогнозирований могут быть применимы не только в биологии, но и в экономических и социальных науках.

Теоретическое значение этого метода является фундаментальным. Это не только устраняет тревожно распространённую ошибочность рассмотрения населения как существенно экзогенной переменной при анализе социальных систем, но также

ставит вопрос о том, как? То есть необходимые функции обеспечивают пробуждение для рассмотрения структурных характеристик человеческих обществ. Поскольку четко выраженная структурная или организационная специализация крайне неравная среди обществ, и в любом случае они не могут точно соответствовать идентифицированным функциям, концептуализация и анализ обязательно сложны.

Однако из универсальных функций и их взаимоотношений предупреждают аналитика о соблюдении общих моделей, связанных с этими функциями, то есть имеют последствия, скажем, для рождаемости и смертности. Кроме того, продолжение на этом уровне обобщения позволяет избежать или хотя бы отложить доверие к объяснениям в терминах различий между обществами.

Список литературы

1. M. Yunusi. Representation of Economics its parameters by polynomial model. International Congress Actuaries, March 30 to 4 April, Washington, US, 2014. -82p. <https://cas.confex.com/cas/ica14/webprogram/Session5910.html>
2. Юнуси М.К., Ганиев Ч.Т., Одинаева С.А. Математические вопросы оценки популяционной численности //Вестник Таджикского национального Университета, 1/3(85), Душанбе – Сино, 2012, стр.3 – 19.
3. Юнуси М.К., Ч.Т.Ганиев Об одной модели популяционной турбулентности //Вестник Таджикского национального Университета, ½(106), Душанбе – Сино, 2013, стр.17 – 21.
4. Юнуси М.К. Теорема о представлении сложных объектов описываемых дифференциальными уравнениями полиномами. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2013. № 1-1 (102). С. 3-12.
5. Zwick, Charles. – 1957. “Demographic Variation: Its Impact on Consumer Behavior”, Review of Economics and Statistics, XXXIX, 451-56.

Йулдашев ХУДК 621.383.8: 621.315.592

УСИЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЯЧЕЙКЕ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

Йулдашев Хуршиджон Толибович

Стар. преподаватель, Ферганский политехнический институт, г. Фергана,

Мирзарахимова Фархунда Камолитдин кизи

студент Ферганский политехнический институт, г. Фергана

Мамасидиков Дониёр Рахмонберди ўгли

студент Ферганский политехнический институт, г. Фергана

Сатторов Мухтаржон Мухаммаджон ўгли

студент Ферганский политехнический институт, г. Фергана

Аннотация.

В работе приведены результаты экспериментальных исследований усиления фототока плазмы, управляемой освещенным полупроводником, при использовании сеточных металлических электродов. Экспериментально изучены люкс-амперные, преобразовательные, фотографические и выходные характеристики ионизационных систем с сеточным усилением в непрерывном режиме работы. При измерениях считывание выходного сигнала производилось с помощью фотоэлектрического умножителя (ФЭУ-19А). Для

исключения попадания побочных засветок на фотокатод освещение ФП осуществлялось через кремниевый фильтр.

Ключевые слова: преобразователь изображений, полупроводниковый электрод, люкс-амперная, фотографическая, преобразовательная и выходная характеристики, процесс усиления, токовое усиление.

Annotation

In work are brought results of the experimental studies of the reinforcement of the photocurrent of the plasma, operated by illuminated semiconductor, when use net metallic electrode. The experimental studied luxury-ampere, convert and photographic features ionizing systems by reinforcement in unceasing state of working. Measuring of the intensity of the output signal produced by a photomultiplier type FEU-19A in which for exception ingress supplementary light flare on the photodetector lighting was carried out through a silicium filter

Keywords: the converter of images, a semi-conductor electrode, lux ampere, photographic, converting and output characteristic, strengthening process, currents of strengthening.

1. Введения

В последнее время расширяется интерес к исследованиям фотоэлектрических свойств газоразрядных систем с полупроводниковым электродом (SGD-структуры) при малых межэлектродных расстояниях $d_g \leq 0,1$ мм [1-4]. Такие устройства нашли практическое применение в высокоскоростных преобразователях инфракрасных (ИК) изображений ионизационного типа, в частности для пространственно-временной диагностики ИК лазерных излучений [5, 6]. При этом пространственное распределение плотности тока в тонком газоразрядном промежутке контролируется полупроводниковым фотоприемником, чувствительным к ИК освещению. Для получения объемного стационарного разряда важную роль играют наряду с параметрами высокоомного полупроводникового электрода, также и значения газового зазора d_g , давления остаточного газа P_g . Так, с уменьшением d_g расширяется область пространственной стабилизации тока и фотоэлектрического усиления SGD-структуры как по диапазону давлений газа, так и по значениям допустимых приложенных напряжений [7, 8].

Авторами работы [9] экспериментально исследована диаграмма стабильного горения разряда в виде зависимости напряжения зажигания U_{gl} и напряжения срыва U_{ed} от давления воздуха $P(50-700 \text{ Тор})$ при заданной величине газового зазора от 10 мкм до 5 мм. Показано, что срыв стабильности связан с образованием объемного заряда положительных ионов в разрядном промежутке, определяющем переход от таунсендовского к тлеющему разряду.

В работе [10] приводятся результаты экспериментальных исследований изучения физических процессов в чрезмерно тонкой $d < 20$ мкм газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом. Установлено, что достаточно сильная автоэлектронная эмиссия с поверхности полупроводника играет роль поставщика электронов для лавин Таунсенда в газовом разряде и является основным механизмом прохождения тока при очень малых зазорах.

Важным фактором для системы преобразователя изображений являются ее чувствительность по входному сигналу (излучению) и преобразовательные (фотографические) свойства.

В настоящей работе приводятся результаты экспериментальных исследований люксамперные, фотографические, преобразовательные и выходные характеристики преобразователя изображений. Считаем, что целесообразно указать обозначения параметров физических величин в системе "Полупроводник – плазма газового разряда": величина напряжения, тока и толщина газоразрядного промежутка в первой цепи обозначается, соответственно, U_1 , i_1 и d_1 , а во второй цепи, соответственно - U_2 , i_2 и d_2 .

2. Принципа действия ионизационной системы с токовым усилением.

Для выполнения экспериментальных работ было использовано фотосъемочное устройство с сеточным усилением тока [9]. Принципиальная схема установки показана на рис. 1.

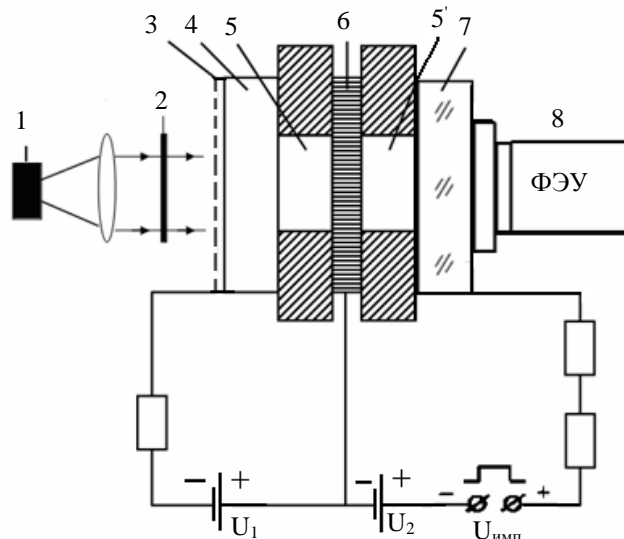


Рис.1. Схема усилительной установки ионизационного типа. 1- источник освещения, 2-Si фильтр, 3-полупрозрачный контакт, 4- полупроводниковый фотоприемник, 5и 5' - газоразрядный промежутки, 6- металлической сетки, 7-прозрачный контакт SnO_2 , 8-фотоэлектронный умножитель,

В зазоре между фотоприемником (4) и регистрирующей частью (экраном) (5) с помощью калиброванных лавсановых прокладок (5, 5') помещался электрод в виде плоской металлической сетки (6), имеющей мелкую структуру. Светочувствительным фотоприемником (4) служит полупроводниковый арсенид галлия ($\rho \cong 10^8 \text{ Ом.см}$), на одну из поверхностей которого напылен полупрозрачный никелевый контакт (3). Контрэлектрод (экран) изготовлен из стеклянной пластинки (7), покрытой токопроводящим слоем из SnO_2 . Прозрачность стеклянной пластинки необходима для визуального наблюдения и фотографирования свечения газового разряда.

Между фотоприемником и сеткой подключался основной источник питания постоянного тока U_1 , а между сеткой и экраном - источник прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{имп}}$. В качестве последнего служил высоковольтный тиратронный генератор с длительностью импульсов $t_v = 0,5 - 30 \text{ мкс}$ и длительностью переднего фронта $\tau_{\text{ф}} = 50 \text{ нс}$. Максимальное напряжение $U_{\text{max}} = 1,6 \text{ кВ}$, выходное сопротивление $R = 100 \text{ Ом}$. Для регистрации тока в первой цепи

использован самописец типа ЛКД4-033, регистрировавший падение напряжения на нагрузочном сопротивлении R_{H1} . Во второй цепи включено балластное сопротивление R_B , ограничивающее величину разрядного тока во втором зазоре, и нагрузочное сопротивление R_{H2} , которое использовалось для регистрации токового импульса во втором зазоре на осциллографе С1-15. Кроме того, к усилительному зазору может быть подключен последовательно с импульсным генератором и источник постоянного напряжения U_2 .

3. Экспериментальные результаты.

Высокая чувствительность ионизационных систем с сеточным усилением может быть достигнута в том случае, если входной сигнал (свет) вызывает значительные приращения тока в цепи экрана. Поэтому одним из определяющих параметров системы является люкс-амперная характеристика (ЛАХ). На рис.1 показаны ЛАХ для фототоков в цепи "ФП-сетка" (кривая 1) и в цепи "сетка-экран" (кривая 2), измеренные для $d_1 = 40 \text{ мкм}$, $d_2 = 100 \text{ мкм}$, $U_1 = 1000 \text{ В}$, $U_2 = 400 \text{ В}$, $\rho = 15 \text{ мм. рт. столба}$. Интенсивность входного сигнала менялась с помощью нейтральных металлических фильтров. Зависимости токов от интенсивности излучения сверхлинейны для обеих цепей.

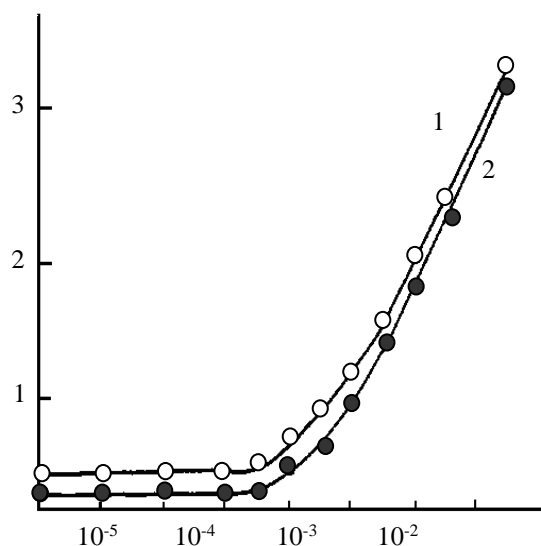


Рис. 2. Люкс-амперные характеристики для участков “сетка-экран” - (1), “ФП-сетка” - (2).

Восходящая ветвь кривой 1 круче, чем для кривой 2. Нарастание тока в цепи “сетка-экрана” при малых входных интенсивностях идет быстрее, чем для цепи “фотоприемник-сетка”, что способствует понижению пороговой регистрируемой интенсивности входного излучения почти на порядок. При больших входных интенсивностях наблюдается выравнивание токов в обеих цепях. В общем случае вид ЛАХ лишний раз подтверждает справедливость сделанных ранее выводов об электрических свойствах ионизационной системы усилением тока в плазме газоразрядной ячейки.

Для определения сенситометрических характеристик фотографического процесса в ионизационной системе с регистрацией изображения методом распыления были исследованы характеристические кривые, выражающие зависимость между логарифмом количества освещения $\lg(H)$ и оптической плотностью ослабления распыляемой пленки D , нанесенной на прозрачную проводящую подложку.

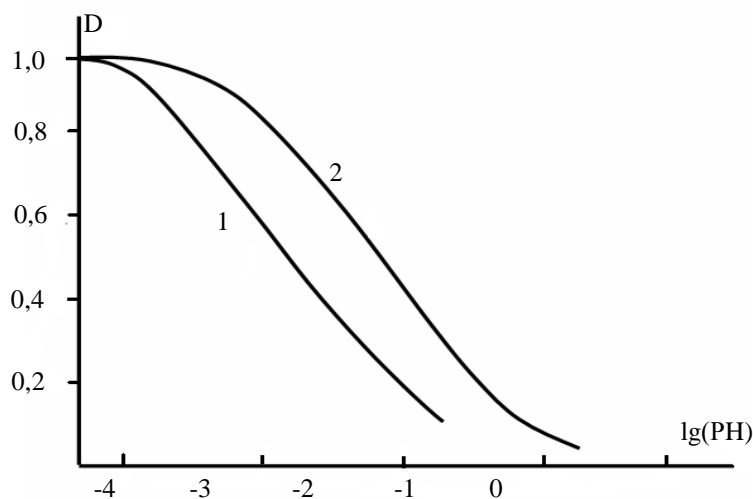


Рис. 3.

$D(\lg H)$ характеристики ионизационных систем, работающих в режиме катодного распыления. Для системы с токовым усилением (1) и без токового усиления (2).

Для качественного сравнения фотографических характеристик системы с токовым усилением с теми же характеристиками для системы без токо-

вого усиления на рис.3 приведены $D(\lg H)$ характеристики указанных систем при использовании в качестве регистрирующей пленки напыленных на прозрачную проводящую подложку висмутовых

слоев. Кривая 1 измерена по схеме работе [10], где вместо экрана помещалась распыляемая подложка. Кривая 2 снята при равных прочих условиях с той лишь разницей, что подложка помещалась вместо сетки. Следует отметить, что поверхность фотоприемника (ФП) со стороны разряда имела рифленую, в соответствии с топографической конфигурацией сетки, поверхность, чем выравнивались, в какой-то степени, условия для газового разряда между сеткой и подложкой для первого и между фотоприемником и подложкой для второго варианта.

Из кривых следует, что в системе с токовым усилением фотографическая чувствительность возрастает примерно на порядок по сравнению с системой без усиления. Этот результат находится в хорошем согласии с результатами измерений люксамперных характеристик соответствующих участков системы с сеточным электродом.

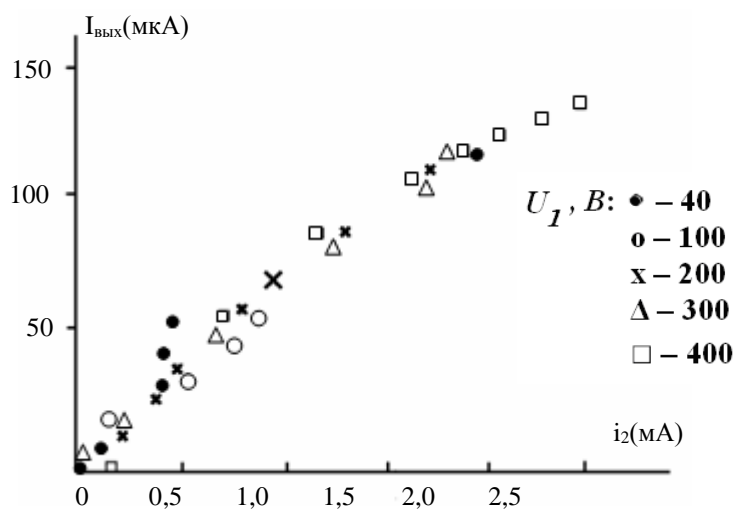


Рис.4. Семейство преобразовательных характеристик (i_2 – является функцией U_1)

Из рисунка следует, что семейства характеристик выходной интенсивности от тока i_2 совмещаются на одной линии. Характеристики почти линейны для разных значений напряжения U_2 , однако в общем случае наблюдаемое уменьшение крутизны характеристик с увеличением U_2 приводит к заметному сублинейному росту выходной интенсивности от тока i_2 . По всей видимости, последнее обстоятельство объясняется тем, что больших U_2 интенсивностях размножение носителей приводит к формированию отрицательного объемного заряда вблизи экрана.

Поскольку фотографические характеристики данных съемочных устройств в конечном итоге определяются процессами, происходящими в газоразрядном промежутке при протекании в нем тока, то важными исследованиями являются изучение влияния параметров второго газового зазора на интенсивность свечения люминесцентного экрана, а так же режима питания на выходные характеристики преобразователя изображений.

На рис. 4 показано семейство зависимостей интенсивности свечения экрана преобразователя (интенсивность свечения на этом и последующих рисунках выражена через ток ФЭУ, т.е. в относительных единицах) от тока при фиксированном давлении газа ($p = 15$ мм. рт. столба) и разных значениях напряжения U_1 . Ток в цепи экрана изменялся изменением напряжения U_2 между ФП и сеткой.

В результате этого уменьшается среднее энергия электронов, взаимодействующих с люминесцентным экраном, и, во-вторых пространственный положительный заряд ионов вблизи катода (сетки), экранируя поток электронов из первого разрядного промежутка, уменьшает темп роста тока i_2 . В общем случае характеристики $J_{\text{вых}}(i_2)$, показанных на рис. 4 результатами измерений выходной интенсивности при изменении U_2 при фиксированном и различных значениях p (см. рис. 5), указывает на то, что свечение экрана практически линейно следует за током i_2 .

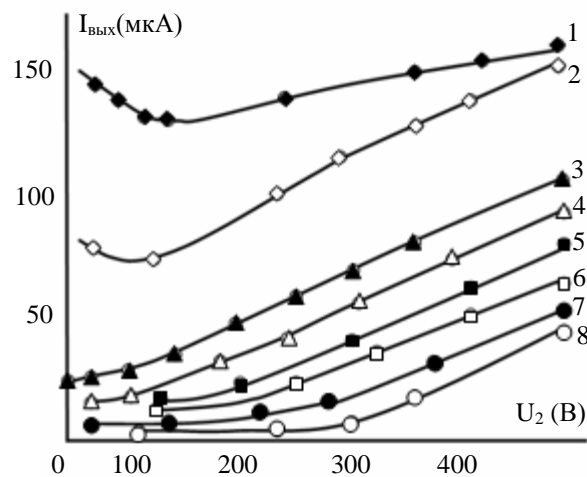


Рис. 5. Семейство зависимостей $J_{\text{вых}}(U_2)$.
 p , мм. рт. столба: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 50; 4 – 60; 5 – 70; 6 – 80; 7 – 90; 8 – 100.

На рис. 5 показано семейство зависимостей интенсивности свечения экрана преобразователя от разных значений напряжения U_2 . Кривые получены при значении интенсивности освещения ФП равным $I=2 \cdot 10^{-3}$ Вт/см. Видно, что эффективность преобразования излучения в случае регистрации люминесцентным экраном растет при уменьшении P (рис. 5). С увеличением разрежения при прочих

равных условиях яркость свечения экрана растет. Однако, следует отметить, что при малых остаточных давлениях ($P < 30$ Тор) однородность свечения экрана ухудшается. По – видимому, в условиях малой плотности газа в межэлектродном пространстве возрастает влияние свойств поверхностей электродов (загрязнений, микронеровностей), на характер пробоя.

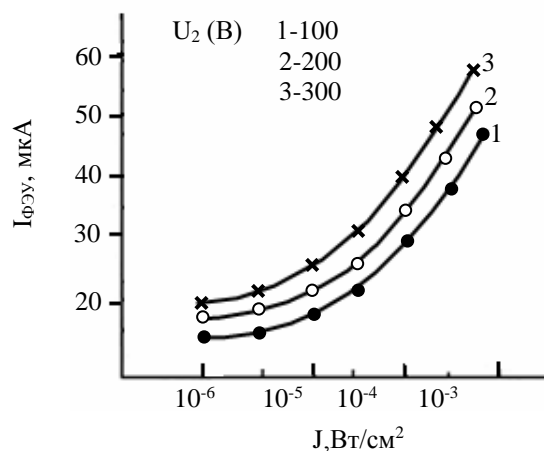


Рис.6. Семейство выходных характеристик $J_{\text{вых}}(J_{\text{вх}})$ при $U_1 = 1000$ В

На рис. 6 показаны семейства выходных характеристик, определяющие зависимости свечения экрана $J_{\text{вых}}$ от энергии входного излучения $J_{\text{вх}}$. Характеристики сняты для $U_1 = 1000$ В, $p = 15$ мм. рт. столба, при разных значениях напряжения U_2 .

Важными характеристиками преобразователей, определяющих их чувствительность и динамический диапазон входных интенсивностей, являются выходные характеристики (ВХ).

Нетрудно заметить, что выходные характеристики преобразователя по форме идентичны люксампертным характеристикам для участка «сетка-экран» (рис. 1, кривая 2). Этот результат лишней

раз подтверждает линейность изменения свечения экрана от i_2 .

Заключение

Можно отметить, что результаты этих исследований могут быть применены для регистрации фотографического процесса, где величина темного- и фототоков слишком мало при отображении изображения в регистрирующем узле.

Таким образом, в первом приближении в данном случае мы можем говорить о несамостоятельном газовом разряде, который при включении мощного внешнего ионизатора может перейти в самостоятельный газовый разряд.

Список литературы

1. Selected papers from the 2nd Int. Workshop on Microplasmas (IWM-2004, Hoboken, NJ, USA, 6-8 October 2004). // J.Phys. D: Appl. Phys. 2005. Vol. **38**. N 11.
2. Астров Ю.А., Шуман В.Б., Лодыгин А.Н., Порцель Л.М., Махова А.Н. Разработка фотоприемников для преобразователей изображений: легирование кремния селеном из газовой фазы // ФТП. 2008. Vol. **42**(4). PP. 457-462.
3. Астров Ю.А., Лодыгин А.Н., Порцель Л.М. Гексагональные структуры тока в системе "полупроводник-газоразрядный промежуток". // ЖТФ. 2011. Vol. **81**(2). PP. 42-47.
4. Лодыгин А.Н., Астров Ю.А., Порцель Л.М., Берегулин Е.В. Динамика таунсендовского разряда в аргоне // ЖТФ. 2015. Vol. **85**(5). PP. 27-31.
5. Касымов Ш.С., Хайдаров З., Йулдашев Х.Т. Электрические свойства чрезмерно тонкой газоразрядной ячейки с полупроводниковым электродом. // Узбекский физический журнал 2012. №4, ст. 241-248.
6. Лодыгин А.Н., Порцель Л.М., Астров Ю.А. Газовый разряд в аргоне и азоте при криогенной температуре в тонких зазорах. // Письма в ЖТФ. 2008. Vol. **34**(14). PP. 61-66.
7. Касымов Ш.С., Парицкий Л.Г., Хайдаров З., Хомидов В. О., Отажонов С. М. О возможности усиления фототока плазмы газового разряда в преобразователях изображений ионизационного типа. «Физическая инженерия поверхности», 2010, т. 8, № 3, стр. 214-221.
8. Йулдашев Х.Т., Хайдаров Б.З., Касымов Ш.С. Исследование фотозлектрические и фотографические характеристики полупроводниковой фотографической системы ионизационного типа. // ФИП 2015 №2. ст. 141-147
9. Парицкий Л.Г., Хайдаров З., Мухамадиев О., Дадабоев О. Исследование пространственной стабилизации тока в системе полупроводник – газовый разряд. // ФТП. 1993. Vol. 27(11/12). ст. 2009-2016.
10. Хайдаров З. Особенности автоэлектронной эмиссии в сверхтонком зазоре газоразрядной ячейки в полупроводниковой ионизационной камере. //Физическая инженерия поверхности. Украина. 2006. Т.3. № 1-2. ст. 207-209.