Задачи по теоретическому материалу

1.Луна облучается лазером с диаметром пучка 10 мм, углом расходимости 20’ и мощностью в импульсе 109 Вт. Излучение лазера проходит через телескоп с диаметром входного зрачка 10 мм и выходного - 250 см. Расстояние от Земли до Луны равно 400000 км. Определить: 1) потоки излучения, отражённые от поверхности Луны и от уголкового отражателя, доставленного на неё, если коэффициент отражения Луны равен 0,07, а диаметр отражателя составляет 50 см; 2) потоки излучения, попадающие в зрачок телескопа (250 см) от Луны и от уголкового отражателя, если Луна отражает излучение по закону Ламберта, а расходимость пучка после уголкового отражателя равна 4". Указания: 1) потерями в атмосфере и телескопе пренебречь, 2) воспользоваться следствием из закона Ламберта.

2. На каком расстоянии видна простым глазом в космосе лампа накаливания с яркостью 50 Мкд/м^2 и с площадью тела накала 2 см^2, если пороговая освещённость для глаза равна 0,025 мклк.

3. Определить яркость источника площадью 1 мм^2, который испускает внутри телесного угла в 0,03 ср световой поток 12 лм.

4. С левой стороны от фотометра на расстоянии 15 см находится эталонная лампа силой света 25 кд. Определить силу света испытуемой лампы, расположенной справа на расстоянии 45 см от фотометра, если обе половины фотометра освещены одинаково.

5. На мачте высотой 15 м подвешена электрическая лампа, создающая освещенность 1,63 лк на расстоянии 8 м от основания мачты. Определить силу света лампы.

6. Над центром круглой площадки висит электрическая лампочка.Освещенность в центре равна 40 лк, на краю 5 лк. Определить угол падения лучей на край площадки.

7. Два одинаковых точечных источника света установлены на высоте 6 м от земли и на расстоянии 16 м друг от друга. Определить полный световой поток, создаваемый каждым источником, если освещенность в точке, расположенной на земле посередине между источниками, составляет 7,2 лк

8. Вычислить поток излучения на участке от 0,45 до 0,75 мкм, если спектральная плотность потока излучения (СППИ) постоянна и равна 1,5 Вт/мкм

9. Найти световой поток гелий-неонового лазера, если его поток излучения равен 10 мВт, а длина волны излучения составляет 632,8 нм.

10. Найти монохроматическую облучённость в фотонах поверхности площадью 5 см^2, если на неё падает монохроматический поток излучения 1 мВт с длиной волны 600 нм.

11. Источник с линейчатым спектром испускает монохроматическое излучение на длинах волн 200, 300, 2000 и 3000 нм с энергией излучения по 1020 фотонов в минуту. Определить монохроматические потоки излучения, испускаемые источником в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной частях спектра.

12. Определить относительное изменение числа квантов, излучаемых в единицу времени, при изменении длины волны излучения от 1 мкм до 5 мкм, если мощность излучения на обеих длинах волн одинакова.

13. Найти световой поток, падающий на входной зрачок прибора площадью 100 см^2 от звезды нулевой звёздной величины.

14. Найти световой поток, падающий на входной зрачок прибора диаметром 10 см от звезды пятой звёздной величины.

15. Найти энергетическую яркость диффузно отражающей по закону Ламберта поверхности площадью 5 мм^2 с коэффициентом отражения 0,7, расположенной на расстоянии 2 м от точечного источника, если сила излучения источника равна
2 Вт/ср , а угол падения излучения на поверхность составляет 45°. Указание. Воспользоваться следствием из закона Ламберта.

16.Вычислить поток излучения на участке от 0,45 до 0,75 мкм, если спектральная плотность потока излучения (СППИ) постоянна и равна 1,5 Вт/мкм.

17. Найти световой поток гелий-неонового лазера, если его поток излучения равен 10 мВт, а длина волны излучения составляет 632,8 нм.

18.Найти монохроматическую облучённость в фотонах поверхности площадью 5 см^2, если на неё падает монохроматический поток излучения 1 мВт с длиной волны 600 нм.

19.Источник с линейчатым спектром испускает монохроматическое излучение на длинах волн 200, 300, 2000 и 3000 нм с энергией излучения по 1020 фотонов в минуту. Определить монохроматические потоки излучения, испускаемые источником в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной частях спектра.

20.Определить относительное изменение числа квантов, излучаемых в единицу времени, при изменении длины волны излучения от 1 мкм до 5 мкм, если мощность излучения на обеих длинах волн одинакова.

21.Найти световой поток,падающий на входной зрачок прибора площадью 100 см^2 от звезды нулевой звёздной величины.

22.Найти световой поток, падающий на входной зрачок прибора диаметром 10 см от звезды пятой звёздной величины.

23. Найти энергетическую яркость диффузно отражающей по закону Ламберта поверхности площадью 5 мм^2 с коэффициентом отражения 0,7, расположенной на расстоянии 2 м от точечного источника, если сила излучения источника равна
2 Вт/ср , а угол падения излучения на поверхность составляет 45°.

24. Яркость Солнца составляет 1,5 Гкд/м^2 , диаметр 1,4 млн км.м^2. Определить силу света Солнца, наблюдаемую с Земли, и освещенность поверхности Земли, создаваемую нормально падающими солнечными лучами. Расстояние от Земли до Солнца равно 1,5 * 10^8 км.

25. Отопительная батарея имеет площадь 0,8 м^2 и температуру 100 ОС. Найти теплоотдачу батареи излучением, если температура окружающей среды равна 300 К. Указание: батарею и среду считать ЧТ.

26. Найти СПЭС ЧТ: 1) с температурой 1450К на длинах волн 1 и 3 мкм; 2) с температурой 1000 К на длинах волн 1,5 и 2,5 мкм.

27. Найти СПЭЯ серого тела, излучающего по закону Ламберта, с температурой 3900 К и коэффициентом теплового излучения 0,8 на длинах волн 0,5 и 2 мкм.

28. Найти коэффициенты пропускания светофильтров, выделяющих длины волн 450, 550 и 750 нм, которые, будучи установлены в фотоувеличитель с лампой накаливания, имеющей температуру 3300К, создадут одинаковую освещённость фотобумаги. Указание: Считать лампу источником излучения типа ЧТ.

29. Построить изотермы ЧТ при температуре 2900 К в диапазоне от 0,4 до 3 мкм с шагом 0,2 мкм.

30. Построить изотермы ЧТ при температуре 5800 К в диапазоне от 0,2 до 1,6 мкм с шагом 0,2 мкм.

31. Построить изотермы ЧТ при температуре 5 до 20 мкм с шагом 1 мкм. 300 К в диапазоне от

32. ЧТ имеет температуру 2898 К и площадь излучающей поверхности 10 см^2 . Определить: 1) энергетическую светимость, энергетическую яркость, поток излучения, силу излучения; 2) светимость, яркость, силу света, световой поток; 3) поток излучения в интервале от 0,38 до 0,78 мкм.

33. ЧТ имеет температуру 1273 К и площадь излучающей поверхности 1 см^2. Определить: 1) долю излучения ЧТ, приходящуюся на интервал от 1 до 5 мкм; 2) поток излучения, падающий на ПОИ с площадью ФЧЭ 1 см^2 в заданном спектральном интервале, если ПОИ находится на расстоянии 10 м от ЧТ.

34. Определить энергетическую светимость ЧТ площадью 1 см^2 в спектральном диапазоне от 0,4 до 1 мкм и поток излучения, падающий на ПОИ с диаметром ФЧЭ 0,8 см, находящийся на расстоянии 10 м от ЧТ, в названном интервале спектра, если температура ЧТ равна: 1) 3000 К; 2) 3500 К.

35. ЧТ имеет температуру 2500 К и диаметр 0,5 см. Определить:
1) долю излучения ЧТ в интервале от 0,7 до 4 мкм; 2) энергетическую светимость, энергетическую яркость и силу излучения в заданном интервале спектра; поток излучения, падающий на ПОИ с размером ФЧЭ 5×5 мм в заданном спектральном интервале, находящийся от ЧТ на расстоянии 0,5 м.

36. Найти поток излучения ЧТ диаметром 10 мм с температурой 2600 К в диапазоне от 0,4 до 5 мкм, падающий на ПОИ с диаметром ФЧЭ 5 мм, находящийся на расстоянии 1 м от ЧТ.

37. Определить поток излучения, падающий на фоторезистор с диаметром ФЧЭ 2 мм от серого тела диаметром 25 мм с коэффициентом теплового излучения 0,8 и температурой 2000 К, находящегося на расстоянии 10 м, в спектральном диапазоне от 1 до 5 мкм.

38. Для ЧТ площадью 10 $см^2$ при температуре 2200 К рассчитать:
1) энергетическую яркость ЧТ; 2) поток излучения, падающий на ПОИ с площадью ФЧЭ 0,5 $см^2$, находящийся на расстоянии 10 м от ЧТ в диапазоне спектра от 0,8 до 1 мкм.

39. Для ЧТ с температурой 2300 К и площадью 10 $см^2$
рассчитать: 1) силу излучения и силу света по нормали к излучающей поверхности; 2) поток излучения, испускаемый в телесном угле π ср в спектральном интервале от 0,7 до 1,1 мкм.

40. Для ЧТ с температурой 2400 К и площадью 1 $см^2$
рассчитать: 1) световой поток, падающий на ПОИ с диаметром ФЧЭ 1 см, если расстояние от ЧТ до ПОИ равно 10 м; 2) поток излучения в интервале от 0,6 до 0,9 мкм, падающий на ПОИ от источника излучения типа ЧТ.

41. Найти световой поток и освещённость, создаваемую этим потоком на плоскости площадью 3 $мм^2$, находящейся на расстоянии 1 м от ЧТ площадью 1 $мм^2$ с температурой 2856 К. Поверхность излучателя параллельна освещаемой поверхности, которая перпендикулярна падающему излучению.

42. Найти световой поток и освещённость, создаваемую этим потоком на плоскости, находящейся на расстоянии 1 м от ЧТ площадью 1 $мм^2$ с температурой 2856 К. Излучающая поверхность ЧТ проектируется на плоскость объективом, имеющим диаметр 50 мм и коэффициент пропускания 1 и расположенным на расстоянии 150 мм от плоскости.

43. Найти световой поток и освещённость, создаваемую этим потоком на плоскости, находящейся на расстоянии 1 м от ЧТ с температурой 2856 К. Площадь излучающей поверхности ЧТ равна 1 $мм^2$. Излучающая поверхность ЧТ располагается в фокальной плоскости объектива с диаметром 60 мм и фокусным расстоянием 200 мм, а освещаемая плоскость - в фокальной плоскости объектива с диаметром 50 мм и фокусным расстоянием 150 мм. Коэффициенты пропускания объективов равны 1.

44. ЧТ имеет температуру 2898 К. Найти длину волны и частоту для максимумов СПЭС в этих спектральных координатах, а также соответствующие им частоту и длину волны.

45. Определить энергетическую светимость ЧТ при температуре 2898 К в интервале частот 1 Гц: 1) в области длины волны, соответствующей максимуму СПЭС в спектре длин волн;
2) в области длины волны, соответствующей максимуму СПЭС в спектре частот.

46. Радиационная температура серого тела равна 1000 °С . Определитьметодическую погрешность измерения, если коэффициент теплового излучения тела равен 0,9.

47. Определить коэффициент теплового излучения нити накала в электрической лампе накаливания, если яркостная температура нити, измеренная на длине волны 0,655 мкм, равна 2950 К.

48. Определить истинную температуру нити накала в электрической лампе накаливания, если яркостная температура нити, измеренная на длине волны 0,655 мкм, равна 2950 К, а коэффициент теплового излучения нити при этих параметрах составляет 0,31. Указание: считать коэффициенты теплового излучения нити при истинной и яркостной температурах примерно равными.

ПРИЁМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

49. Для кремниевого фотодиода ФД-28КП: 1) пересчитать спектральную чувствительность в энергетические ФМВ; 2) рассчитать максимальную спектральную чувствительность фотодиода.

50. Определить коэффициенты использования излучения лампы накаливания с вольфрамовой нитью, имеющей истинную температуру 3500 К, считая её реальным излучателем: 1) глазом;
2) кремниевым фоточувствительным прибором с зарядовой связью (ФПЗС).

51. Определить коэффициент использования излучения источника типа "А" (ЧТ с температурой 2856 К) кремниевым ФПЗС 1200ЦМ1.

52. Рассчитать токовую чувствительность матричного ФПЗС 1200ЦМ1 к потоку излучения и к световому потоку лампы накаливания, если квантовая эффективность материала ФПЗС составляет 0,6, а коэффициенты использования излучения лампы матричным ФПЗС и глазом равны, соответственно, 0,36 и 0,082.

53. Рассчитать интегральную чувствительность кремниевого фотодиода ФД-28КП к потоку излучения ЧТ с температурой 2856 К. Указание. Спектральная чувствительность фотодиода приведена в табл. 11 приложения.

54. Германиевый фотодиод ФД-4Г паспортизовался по источнику типа "А" с температурой 2856 К. Пересчитать интегральную чувствительность и порог чувствительности в заданной полосе частот из световых ФМВ в энергетические.

55. Пересчитать интегральную чувствительность и удельную обнаружительную способность фоторезистора ФР1-4 на основе сульфида свинца из энергетических ФМВ в световые, если он паспортизовался по ЧТ с температурой 573 К. Прокомментировать результаты.

56. Пересчитать интегральную чувствительность и удельную обнаружительную способность фоторезистора СФ4-1А на основе селенида свинца из энергетических ФМВ в световые, если он паспортизовался по ЧТ с температурой 573 К.

Прокомментировать результаты.

57. Пересчитать интегральную чувствительность и порог чувствительности в заданной полосе частот германиевого фотодио- да ФД-4Г из световых ФМВ для излучения паспортного источника (ЧТ с температурой 2856 К) в световые ФМВ для излучения ЧТ с температурой 2360 К.

58. Пересчитать интегральную чувствительность и порог чувствительности в единичной полосечастот кремниевого фотодиода ФД-24К из световых ФМВ для излучения паспортного источника (ЧТ с температурой 2856 К) в световые ФМВ для излучения ЧТ с температурой 2360 К.

59. Пересчитать интегральную чувствительность фотоэлемента Ф-5 с кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодом из световых ФМВ для излучения паспортного источника (ЧТ с температурой 2856 К) в световые ФМВ для излучения ЧТ с температурой 2360 К.

60. Пересчитать интегральную чувствительность и удельную обнаружительную способность фоторезистора ФР1-4 на основе сульфида свинца из энергетических ФМВ для излучения паспортного источника (ЧТ с температурой 573 К) в энергетические ФМВ для излучения ЧТ с температурой 2856 К.

61. Пересчитать интегральную чувствительность и удельную обнаружительную способность фоторезистора СФ4-1А на основе сульфида свинца из энергетических ФМВ для излучения паспортного источника (ЧТ с температурой 573 К) в энергетические ФМВ для излучения ЧТ с температурой 2360 К.

62. Пересчитать интегральную чувствительность кремниевого фотодиода ФД-24К из световых ФМВ для излучения паспортного источника (ЧТ с температурой 2856 К) в энергетические ФМВ для излучения ЧТ с температурой 573 К.

63. Пересчитать интегральную чувствительность и порог чувствительности в заданной полосе частот германиевого фотодио- да ФД-4Г из световых ФМВ для излучения паспортного источника (ЧТ с температурой 2856 К) в энергетические ФМВ для излучения ЧТ с температурой 2360 К.

64. Фотодиод ФД-4Гиз германия паспортизовался по ЧТ с температурой 2856 К при частоте модуляции потока излучения 1000 Гц. Фотодиод предназначен для работы с ПИД марки АЛ107Б. Найти: 1) коэффициент использования излучения ПИД фотодиодом; 2) удельный порог чувствительности фотодиода в световых и энергетических ФМВ для излучения паспортного источника; 3) удельный порог чувствительности и интегральную токовую чувствительность в энергетических ФМВ для излучения ПИД.

65. Фотоумножитель ФЭУ-28 с кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодом паспортизовался по источнику типа "А" с температурой 2856 К. Найти удельный порог чувствительности фотоумножителя для излучения ЧТ с температурой 2360 К в световых и энергетических ФМВ.

66. Фотоэлемент Ф-5 с кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодом паспортизовался по источнику типа "А" с температурой 2856 К при полосе пропускания усилительного тракта 160 Гц.
Найти: 1) порог чувствительности фотоэлемента в заданной полосе частот для излучения паспортного источника в световых ФМВ;
2) интегральную чувствительность к потоку излучения ЧТ с температурой 2360 К. Указание. Считать преобладающим дробовой шум.

67. Рассчитать по паспортным данным порог чувствительности матричного ФПЗС 1200ЦМ1 со стандартным временем накопления 20 мс, паспортизованного по источнику типа "А" с температурой 2856 К, при освещении его лампой накаливания с истинной температурой нити накала 3500 К, если коэффициенты использования излучения лампы глазом и ФПЗС равны соответственно 0,082 и 0,36, а коэффициент использования излучения источника типа "А" ФПЗС составляет 0,22. ФПЗС используется в телекамере с фокусным расстоянием объектива 58 мм и расстоянием до движущегося со скоростью 0,1 м/с объекта 810 мм. Допустимый "смаз" изображения равен 1/4 элемента ФПЗС.

68. Найти дисперсию шума матричного ФПЗС, обусловленного зарядовым пакетом, генерированным потоком излучения, если освещённость ФПЗС равна 850 лк, токовая чувствительность составляет 0,14 А/Вт, время накопления равно 0,7 мс, число строк элементов в секции накопления составляет 144, а число столбцов элементов в каждой из секций накопления и хранения - 232, неэффективность переноса равна 10^{-3}, количество фаз управления - 3.

69. Найти дисперсию шума матричного ФПЗС,обусловленного внутренними факторами, если средняя плотность темнового тока равна 40 нА/см^2, время накопления составляет 0,7 мс, среднее количество переносов зарядового пакета равно 996, температура окружающей среды составляет 293 К, плотность поверхностных состояний равна 671031 Дж-1·м-2, ёмкость выходной цепи усилителя ФПЗС, выполненного на одном кристалле с выходным

70. Найти порог чувствительности матричного ФПЗС, если дисперсия шума, обусловленного зарядовым пакетом, генерированным потоком излучения, составляет 14,64·106,а дисперсия шума, обусловленного внутренними факторами ФПЗС, - 5·104, время накопления равно 0,7 мс, токовая чувствительность ФПЗС к потоку излучения составляет 2,5·10-3 А/лм.

71. Определить длинноволновую границу спектральной чувствительности ПОИ на внутреннем фотоэффекте при температуре 300 К, выполненных: 1) из германия (ширина запрещённой зоны - 0,68 эВ); 2) из кремния (ширина запрещённой зоны - 1,12 э·В).

72. Определить тепловой шум фоторезистора СФ4-1А при температуре 300 К, если полоса частот равна 400 Гц.

73. Вычислить напряжение дробового шума ПОИ, если сила тока, протекающего в цепи, равна 1 мА, полоса частот - 100 Гц, а сопротивление составляет 0,5 МОм.

74. Определить максимальную вольтовую чувствительность и постоянную времени схемной релаксации для фотоэлемента Ф-5, у которого межэлектродная ёмкость равна 50 пФ, если на фотоэлемент падает максимальный световой поток 0,4 лм.

75. Определить максимально допустимые сопротивления нагрузки по постоянному и переменному току и максимальную вольтовую чувствительность по переменному току к световому потоку и потоку излучения фотодиода ФД-4Г при потоке засветки от источника типа "А" с температурой 2856 К, равном 0,03 лм.

76. Определить максимальную интегральную вольтовую чувствительность к световому потоку для германиевого фотодиода ФД-4Г в фотогальваническом режиме при температуре 20° С и постоянной засветке, создающей освещенность 6 клк. Фотодиод ФД-4Г паспортизовался по источнику типа "А" с температурой 2856 К. Фотодиод подключён к сопротивлению нагрузки 100 кОм. На фотодиод поступает от ЧТ с температурой 2500 К поток излучения 1 мкВт. Найти напряжение фотосигнала.

77. Определить порог чувствительности фотоумножителя ФЭУ-28 в реальных условиях при полосе частот усилительного тракта 1 Гц, сопротивлении нагрузки 104 Ом и температуре 300 К: 1) по темновому току; 2) при наличии фоновой засветки 10-6 лм.

78. Определить коэффициент преобразования потока излучения одно- камерного ЭОП ПИМ-3Ш со световой отдачей экрана 20 лм/Вт, если ЭОП паспортизовался по ЧТ с температурой 2856 К.

79. Определить коэффициент усиления яркости ЭОП ЭП-15, имеющего световую отдачу экрана 15 кд/Вт, если ЭОП паспортизовался по ЧТ с температурой 2856 К.