

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Приемники лазерного излучения

: 12.03.05

, :

: 4, : 7

		7
1	()	3
2		108
3	, .	45
4	, .	0
5	, .	36
6	, .	0
7	, .	18
8	, .	2
9	, .	7
10	, .	63
11	(, ,)	.
12		

(): 12.03.05

953 03.09.2015 ., : 07.10.2015 .

: 1,

(): 12.03.05

, _____ 20.06.2017

- , 3 21.06.2017

:

,

:

,

:

.

1.

1.1

<p>Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к анализу поставленной задачи исследований в области приборостроения; в части следующих результатов обучения:</p>
14.

2.

2.1

, , ,) (
-----------	--

.1. 14	
1. основные виды источников и приёмников оптического излучения, физические принципы их работы, основные параметры и характеристики	;
2. осуществлять корректный выбор источников и приёмников оптического излучения для работы в составе конкретной оптико-электронной системы	;

3.

3.1

	,	.		
: 7				
:				
1.	1,5	3	1, 2	1
2.	1,5	3	1, 2	
3.	1,5	3	1, 2	
4.	1,5	3	1, 2	
5.	1,5	3	1, 2	
6.	1,5	3	1, 2	
7.	1,5	3	1, 2	
8.	1,5	3	1, 2	
9.	1,5	3	1, 2	
10.	1	2	1, 2	

11.	1	2	1, 2	
12.	1	2	1, 2	
13.	1,5	3	1, 2	

4.

: 7				
1		1, 2	10	0
: Laser Physics []: ; , [2016]. - : / ; - . - . - . : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232683 . -				
2		1, 2	20	3
: Laser Physics []: ; , [2016]. - : / ; - . - . - . : : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232683 . -				
3		1, 2	23	0
]: ; , [2016]. - : / ; - . - . - . : : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232683 . -				
4		1, 2	10	4
]: ; , [2016]. - : / ; - . - . - . : : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232683 . -				

5.

, (. 5.1).

5.1

	e-mail
	e-mail
	e-mail

1	
Краткое описание применения:	

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 7		
<i>Практические занятия:</i>	15	40
<i>Контрольные работы:</i>	0	
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	0	40

6.2

6.2

.1	14.	+	+	+

1

7.

1. Волоконно-оптические датчики : вводный курс для инженеров и научных работников / под ред. Эрика Удда ; пер. с англ. И. Ю. Шкадиной. - М., 2008. - 518 с. : ил., табл.

2. Якушенков Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов : [учебник для вузов по направлению 200200- "Оптотехника"] / Ю. Г. Якушенков. - М., 2011. - 566 с. : ил., табл.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Скворцова Е. Б. Laser Physics [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. Б. Скворцова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232683. - Загл. с экрана.

8.2

1 Microsoft Office

2 Microsoft Windows

9.

-

1	(-) , ,	

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Приемники лазерного излучения приведена в Таблице.

В последние две колонки таблицы разработчиком вносятся наименования мероприятий текущего и промежуточного контроля с указанием семестра (для многосеместровых дисциплин) и диапазоны вопросов, разделы или этапы выполнения задания, которыми проверяются соответствующие показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1/НИ способность к анализу поставленной задачи разработки в области приборостроения	з9. уметь осуществлять корректный выбор источников и приемников лазерного излучения	Волоконные системы в биофизике., фотонно-кристаллические волноводы. Глобальная лазерная сеть связи с использованием "Солнечных парусов" в космосе. Дисперсия, окна прозрачности и апертура световодов Методы построения и характеристики оптических линий связи. Наземно-космическая и квантово-криптографическая лазерная связь. Наземно-космическая лазерная связь в условиях облачности. Оптические усилители и уплотнение информации . Основные части и характеристики ВОЛС. Рефлектометры, объектовые. и магистр. ВОЛС Характеристики оптической связи в атмосфере Земли. Характеристики излучателей и фотоприемников для оптической связи. Квантовая модель связи. Характеристики стеклянных и пластиковых волоконных световодов. Энергетический баланс ВОЛС.	Контрольные работы РГЗ, разделы	Экзамен, вопросы

В разделе 2 необходимо дать краткую характеристику мероприятиям текущего и промежуточного контроля, применяемым для оценки компетенций в рамках дисциплины. Далее в ФОС по дисциплине должны быть приведены паспорта тех мероприятий текущего и промежуточного контроля, которые указаны в последних столбцах таблицы с обобщенной структурой ФОС. Если дисциплина многосеместровая, то паспорта должны быть для всех видов промежуточной и текущей аттестации в каждом семестре.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИ.

Форма проведения экзамена (зачета) описывается разработчиком самостоятельно.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.1/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Формулировки критериев сформированности компетенций являются ориентировочными и могут быть изменены разработчиком.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Приемники лазерного излучения», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов ____, второй вопрос из диапазона вопросов ____ (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

В данном разделе разработчик дает краткую характеристику методике проведения установленного для дисциплины вида промежуточной аттестации, описывает структуру билета (теста) и правила его формирования.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Приемники лазерного излучения»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.
3. Задача.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата)

Количество вопросов, наличие задач и других форм в билете определяется разработчиком в соответствии с проверяемыми компетенциями и объемом контролируемого материала. Обязательными элементами билета являются также подпись заведующего кафедрой, ответственной за дисциплину, и дата утверждения билета.

Пример теста для экзамена

Вопрос № 1

- Ответ 1
- **Ответ 2**
- Ответ3

Вопрос № 2

- **Ответ 1**
- Ответ 2
- Ответ 3

.....

Разработчик должен оставить только пример билета или пример теста (в соответствии с формой проведения экзамена (зачета)), удалив не нужное.

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-28 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 29-35 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 36-40 баллов.

Критерии оценки ответов студента на билет (тест) формулируются разработчиком самостоятельно, с учетом структуры приведенного билета (теста) и должны содержать качественные характеристики ответа, которым соответствует определенное количество баллов.

3. Шкала оценки

В данном разделе необходимо показать связь оценки за экзамен (зачет) с общей оценкой по дисциплине, при необходимости привести коэффициент учета баллов в общей оценке по дисциплине. Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS может быть приведена как в явном виде, так и сделана ссылка на правила аттестации в рабочей программе дисциплины.

- Вопрос экзаменационного задания оценивается как сданный на **пороговом** уровне, если содержание ответа показывает частичное освоение материала, продемонстрированы основные практические умения работы с материалом, имеются ошибки в изложении и применении учебного материала, но пробелы не носят существенного характера. Оценка «удовлетворительно», 20 - 28 баллов.

- Вопрос экзаменационного задания оценивается как сданный на **базовом** уровне, если содержание ответа свидетельствует о полном освоении соответствующей части (раздела) курса. В ответе имеются некоторые неточные сведения, отсутствуют детали. В практическом применении материала (задачах, примерах) имеются незначительные ошибки или неточности. Нет дополнительных сведений из специальной литературы, выходящих за пределы лекционного курса. Оценка – «хорошо», 29 – 35 баллов.

- Вопрос оценивается сданным на **продвинутом** уровне, если содержание ответа свидетельствует о полном освоении соответствующей части курса, в практическом применении материала нет ошибок и неточностей. В ответе содержатся существенные дополнительные сведения, выходящие за пределы лекционного курса. Оценка «отлично», 36 – 40 баллов.

Экзамен считается сданным, если с учетом текущей аттестации по курсу в течение учебного семестра (оценки по лабораторным работам, практическим занятиям и РГЗ) сумма баллов составляет **не менее 50**.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Приемники лазерного излучения»

В данном разделе разработчиком приводится полный перечень вопросов к экзамену (зачету), который может быть структурирован по разделам, темам, дидактическим единицам, либо представлять собой единый список, соответствующий методике формирования билета (теста).

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Краткая классификация оптоэлектронных систем (ОЭС) с приемниками лазерного излучения. Характеристики информационных ОЭС для приема лазерных сигналов.
2. Характеристики человеческого зрения. Меры защиты глаз при работе с лазерными системами.
3. Информационные характеристики лазерных сигналов. Энтропия, пропускная способность, сравнение радиоволновых и оптических систем.
4. Влияние атмосферы Земли на принимаемые лазерные сигналы. Структура и свойства атмосферы Земли.
5. Оптические помехи при приеме лазерных сигналов. Характеристики затухания оптических сигналов в атмосфере. Закон Бугера.
6. Структура оптической системы ОЭС для приема лазерных сигналов.
7. Объективы и конденсоры приемных ОС. Бленды и оптические фильтры для лазерных приемников.
8. Основные характеристики приемников лазерного излучения.
9. Фотоэлектронные приемники.
10. Полупроводниковые фотоприемники
11. Координатные приемники излучения. Анализаторы изображений.
12. Структурная схема ОЭС информационного типа.
13. Прямой и гетеродинный методы приема лазерных сигналов.
14. Структурная схема ОЭС обнаружения лазерных сигналов.
15. Спектральная оптическая фильтрация. Двухцветная фильтрация.

16. Пространственная фильтрация в некогерентных системах.
17. Оптическая корреляция. Схема оптико электронного коррелятора.
18. Виды адаптации приемных систем . Адаптация чувствительности и углового поля в ОЭС.
19. Приемники волоконно-оптических систем. Оптические усилители.
20. Характеристики лазерных информационных систем для наземно-космических и межпланетных телекоммуникаций. Системы НПО «Космического приборостроения», системы НАСА.
21. Экспериментальные характеристики приемников опторадиоволнового ретранслятора наземно- космической связи ИЛФ СО РАН.
22. Характеристики приемников лазерных систем мониторинга наземных объектов.
23. Достижения нанофотоники для приема и преобразования лазерного излучения.
24. Характеристики приемников квантово-криптографических линий связи.
- 25 Сравнить характеристики приемников излучений в энергетических и информационных ОЭС.
26. Привести примеры видов лазерных сигналов по зависимости от времени.
27. Рассчитать быстродействие лазерного приемника для скорости передачи 100 МГбит/сек.
28. Почему излучение 1,55 мкм применяется в носимых лазерных дальномерах.
29. Рассчитать пропускание атмосферы на 0,8 мкм на трассе 1 км при видимости 5 км.
30. Оценить характеристики блендовой системы приемника для ослабления боковой солнечной помехи не менее чем в 1000 раз.
31. Каким образом с помощью оптического фильтра проверить линейность приемной лазерной системы.
32. Выбрать и обосновать выбор приемника лазерного излучения на 3 мкм в атмосфере.
34. Чем пространственная фильтрация отличается от оптической корреляции при обнаружении объектов приемниками.
36. Оценить характеристики координатного приемника для контроля лазерного излучения от объекта 1 мм на расстоянии 10 м.
37. Нарисовать схему пленочного приемника с люминофорами для приема УФ сигналов из космоса на подвижном аэростате.
38. Построить схему приема лазерных сигналов с Луны на наземный пункт с использованием «Солнечных парусов» в околоземном пространстве.
39. Построить схему лазерного приемника для локатора Луны.
40. Каковы характеристики оптических усилителей для лазерных систем дальней связи.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Приемники лазерного излучения», 7 семестр

1. Методика оценки

В данном разделе разработчик определяет структуру и содержание контрольной работы, этапы выполнения, правила оформления. В паспорте также может быть дан пример оформления.

Контрольная работа проводится по теме (темам) _____, включает 10 заданий.

Выполняется устно (письменно) и т.д.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если _____. Оценка составляет ____ баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если _____. Оценка составляет ____ баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если _____. Оценка составляет ____ баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если _____. Оценка составляет ____ баллов.

Критерии оценки контрольной работы студента формулируются разработчиком самостоятельно, с учетом структуры работы, веса заданий, требований к оформлению. Критерии должны содержать качественные характеристики оцениваемой работы, которым соответствует определенное количество баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

В данном разделе необходимо показать связь оценки за контрольную работу с общей оценкой по дисциплине, при необходимости привести коэффициент учета баллов в общей оценке по дисциплине. Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS может быть приведена как в явном виде, так и сделана ссылка на правила аттестации в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

В данном разделе разработчиком приводится один вариант контрольной работы в качестве образца или типовые задания для контрольной работы.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Приемники лазерного излучения», 7 семестр

1. Методика оценки

В данном разделе разработчик дает характеристику задания на выполнение РГЗ(Р), его структуры, этапов выполнения и защиты, правил оформления. В паспорте также может быть дан пример оформления титульного листа.

Студент должен рассчитать характеристики и разработать оптическую и функциональную схему приемника лазерной системы (телекоммуникаций, дальнометрии, мониторинга и др.) по индивидуальному заданию с использованием энергетических расчетов с учетом оптических помех и в процессе защиты продемонстрировать правильность исполнения задания.

Пояснительная записка РГЗ должна содержать:

- титульный лист,
- содержание (оглавление),
- задание,
- основную часть,
- заключение,
- список использованной литературы и электронных источников,
- приложения.

Записка РГЗ оформляется в среде текстового процессора, рекомендуется Microsoft Word.

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать параметры элементов преобразователя для нужд электрической тяги в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

Обязательные структурные части РГЗ.

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

1. Задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент спроектировал фильтр с отклонениями от технического задания, продемонстрировал работу фильтра на тестовом сигнале. Имеется пояснительная записка задания с возможными недостатками и ошибками. При этом теоретическими основами анализа и проектирования студент владеет не полностью, допускает ошибки в ответах на вопросы по заданию. Оценка – «удовлетворительно», 10-14 баллов.

2. Задание выполнено на **базовом** уровне, если студент разработал систему, полностью удовлетворяющий техническому заданию, . В пояснительной записке нет существенных ошибок. Метод и параметры проектирования приемника выбраны обоснованно. Студент хорошо владеет теоретическими основами анализа и проектирования . Возможны отдельные ошибки и недостатки. Оценка – «хорошо», 15-17 баллов.
3. Задание выполнено на **продвинутом** уровне, если студент выбрал оптимальный метод проектирования приемника и спроектировал систему, полностью удовлетворяющий техническому заданию. В пояснительной записке нет ошибок исполнения и оформления. Студент владеет всем теоретическим материалом, относящимся к выполнению задания. Оценка – «отлично», 18-20 баллов.

Критерии оценки работы студента формулируются разработчиком самостоятельно, с учетом структуры задания и требований к обязательным элементам. Критерии должны содержать качественные характеристики оцениваемой работы, которым соответствует определенное количество баллов.

4. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

В данном разделе необходимо показать связь оценки за РГЗ с общей оценкой по дисциплине, при необходимости привести коэффициент учета баллов в общей оценке по дисциплине. Таблица соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS может быть приведена как в явном виде, так и сделана ссылка на правила аттестации в рабочей программе дисциплины.

5. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Разработчиком приводится примерный перечень тем или типовое задание (варианты заданий) и т.п. При необходимости могут быть даны образцы оформления (если этого нет в РП).

1. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для скорости передачи 100 МГц/сек на длине волны 0,85 мкм с облученностью на входной апертуре 1 нВт на см² и выходным отношением сигнал/шум не менее 10 с учетом шумов предусилителя при комнатной температуре 20⁰ .
2. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для скорости передачи 100 МГц/сек на длине волны 0,95 мкм с облученностью на входной апертуре 5 нВт на см² и выходным отношением сигнал/шум не менее 10 с учетом шумов предусилителя при комнатной температуре 20⁰ .
3. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для скорости передачи 100 МГц/сек на длине волны 1,55 мкм с облученностью на входной апертуре 15 нВт на см² и выходным отношением сигнал/шум не менее 10 с учетом шумов предусилителя при комнатной температуре 20⁰ .
4. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для скорости передачи 100 МГц/сек на длине волны 0,45 мкм с облученностью на входной апертуре 50 нВт на см² и выходным отношением сигнал/шум не менее 10 с учетом шумов предусилителя при комнатной температуре 20⁰ .
5. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для скорости передачи 100 МГц/сек на длине волны 0,65 мкм с облученностью на входной апертуре 0.5 нВт на см² и выходным отношением сигнал/шум не менее 10 с учетом шумов предусилителя при комнатной температуре 20⁰ .

- 6.. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для обнаружения прямоугольного импульса на длине волны 0,95 мкм с длительностью 1 мкс с ложной вероятностью обнаружения не более 10^{-3} . Облученность на входной апертуре 10 нВт на см^2 и выходное отношение сигнал/шум не менее 10.
7. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для обнаружения прямоугольного импульса на длине волны 0,95 мкм с длительностью 0,1 мкс с ложной вероятностью обнаружения не более 10^{-3} . Облученность на входной апертуре 6 нВт на см^2 и выходное отношение сигнал/шум не менее 10.
8. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для обнаружения прямоугольного импульса на длине волны 0,35 мкм с длительностью 50 мкс с ложной вероятностью обнаружения не более 10^{-3} . Облученность на входной апертуре 25 нВт на см^2 и выходное отношение сигнал/шум не менее 10.
9. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для обнаружения прямоугольного импульса на длине волны 0,45 мкм с длительностью 6 мкс с ложной вероятностью обнаружения не более 10^{-3} . Облученность на входной апертуре 8 нВт на см^2 и выходное отношение сигнал/шум не менее 10.
10. Рассчитать характеристики атмосферного лазерного приемника для обнаружения прямоугольного импульса на длине волны 10 мкм с длительностью 8 мкс с ложной вероятностью обнаружения не более 10^{-3} . Облученность на входной апертуре 15 нВт на см^2 и выходное отношение сигнал/шум не менее 10.
11. Оценить характеристики координатного приемника для контроля лазерного излучения 0,8 мкм от квадратного объекта со стороной 5 мм на расстоянии 10 м с измерением размера объекта с разрешением (точностью) не более 1 мм.
12. Оценить характеристики координатного приемника для контроля лазерного излучения 0,8 мкм от квадратного объекта со стороной 15 мм на расстоянии 30 м с измерением размера объекта с разрешением (точностью) не более 1 мм.
13. Оценить характеристики координатного приемника для контроля лазерного излучения 0,8 мкм от квадратного объекта со стороной 3 мм на расстоянии 13 м с измерением размера объекта с разрешением (точностью) не более 1 мм.
14. Оценить характеристики координатного приемника для контроля лазерного излучения 0,8 мкм от квадратного объекта со стороной 50 мм на расстоянии 100 м с измерением размера объекта с разрешением (точностью) не более 1 мм.
15. Оценить характеристики координатного приемника для контроля лазерного излучения 0,4 мкм от квадратного объекта со стороной 25 мм на расстоянии 40 м с измерением размера объекта с разрешением (точностью) не более 1 мм.