Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

Методическое обеспечение дисциплины

СБОРКА, ЮСТИРОВКА И КОНТРОЛЬ ОЭП

Смоленск – 2021 г.

Программу составил:

канд. техн. наук, доцент _____ Беляков Михаил Владимирович
подпись

« 24 » июня 2021 г.

Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники**»:**

_____ Якименко Игорь Владимирович
подпись ФИО

«02» июля 2021 г.

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

Лабораторный практикум
по дисциплине

СБОРКА, ЮСТИРОВКА И КОНТРОЛЬ ОЭП

Смоленск – 2021 г.

1. Цели лабораторного практикума

Лабораторный практикум по дисциплине «Сборка, юстировка и контроль ОЭП» служит для практического подкрепления лекционного материала и привития навыков оценки соответствия функционирования оптико-электронных систем требованиям технологии работы конкретных приборов, узлов и их моделей.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лаб. В-225 «Сборка, юстировка и контроль ОЭП» учебно-лабораторного корпуса филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске.

Цель студента при работе в лаборатории по дисциплине «Сборка, юстировка и контроль ОЭП» – отработка навыков юстировки различных систем, моделирования погрешностей сборки.

2. Перечень лабораторных работ и методические рекомендации по выполнению рабочего задания

Лабораторный практикум включает 3 лабораторные работы (по 4 часа).

Рабочее задание на лабораторный практикум:

Лабораторная работа № 1. Моделирование погрешностей сборки оптического компонента
Лабораторная работа № 2. Юстировка осветительной системы проекционного прибора
Лабораторная работа № 3. Юстировка телескопической оптической системы

Защита лабораторных работ.

3. Контрольные вопросы

1. Моделирование погрешностей сборки оптического компонента
2. Для чего в оптике вводят правила знаков?
3. Содержание операций юстировки и фокусировки сложных ОС.
4. Какие параметры ОС относятся к внутренним, какие к внешним?
5. Какие параметры ОС относятся к оптическим, какие к конструктивным?
6. В каких единицах измеряют угловые и линейные величины?
7. Как продольная и поперечная расфокусировки влияют на оптические характеристики системы и структуру светового пучка.
8. Юстировка телескопической оптической системы.
9. Компоненты и принцип работы ТОС.
10. Порядок юстировки и фокусировка ТОС.
11. Оценка разрешающей способности оптической системы.
12. Нахождение положения выходного зрачка ТОС.
13. Погрешность измерений на установке.
14. Юстировка осветительной системы проекционного прибора.
15. Назначение проекционных оптических систем.
16. Требования к осветительным системам проекционных приборов.
17. Необходимость контроля максимального и минимального значения освещённости при фотопечати.
18. Порядок юстировки проекционной системы.
19. Условие применения рассеивающих стёкол.
20. Схемы оптических систем диаскопов.
21. Юстировка осветительной системы т градуировка спектрального прибора
22. Принципиальная оптическая схема спектрального прибора и основные его характеристики.

23. Основные юстировки спектральных приборов.
24. Функция, которую должна выполнять осветительная система монохроматора.
25. Виды осветительных систем, их достоинства и недостатки.
26. Осветительная система с проекцией изображения источника излучения на щель.
27. Необходимость применения антивиньетирующей линзы.
28. Порядок юстировки осветительной системы монохроматора.
29. Согласование апертур оптических элементов.
30. Объяснить, что обеспечивает выставление компонентов оптической схемы в положения, рассчитанные по формулам.
31. Порядок согласования шкалы длин волн с углом поворота диспергирующей системы.
32. Сборка и контроль оптико-электронного прибора ночного видения.
33. Назовите основные сборочные узлы оптико-электронных приборов ночного видения и их назначение.
34. Сформулируйте принцип работы электронно-оптического преобразователя.
35. Что такое сборочные базы прибора. Определите сборочные базы оптико-электронного прибора ночного видения?
36. В чем заключается входной контроль электронно-оптического преобразователя?
37. Контроль чистоты поля зрения, стабильности работы ЭОП, электрических параметров.
38. Виды брака электронно-оптического преобразователя.
39. Методика сборки оптических узлов прибора: окуляра и объектива.
40. В чем заключается окончательный контроль собранного прибора.
41. Требования, предъявляемые к внешнему виду приборов, к оптическим деталям, к установке элементов питания, к работе элементов сигнализации и коммутации.

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

Методические рекомендации к практическим занятиям
по дисциплине

СБОРКА, ЮСТИРОВКА И КОНТРОЛЬ ОЭП

Смоленск – 2021 г.

1. Цели и задачи, объем практических занятий по дисциплине

Цель практических занятий по дисциплине «Сборка, юстировка и контроль ОЭП» – закрепление лекционного материала дисциплины, обучение студентов практической стороне компетенций, закрепленных за дисциплиной.

Для достижения поставленной цели на практических занятиях решаются следующие задачи:

- разработка научно обоснованных методик юстировки;
- контроль параметров механических, оптических и оптико-электронных узлов.

Объем практических занятий - в соответствии с рабочей программой дисциплины «Сборка, юстировка и контроль ОЭП».

2. Задания на практические занятия по дисциплине

Цель практических занятий по дисциплине – закрепление лекционного материала дисциплины, обучение студентов практической стороне компетенций, закрепленных за дисциплиной.

Задания на практические занятия по дисциплине

1. В коллиматоре с фокусным расстоянием объектива f' = 1м от нагрева появился параллакс сетки в 0,001 дптр (в пространстве предметов). На сколько градусов изменилась температура трубы коллиматора, если она изготовлена из углеродистой стали, имеющей коэффициент линейного расширения $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}\ K^{-1}$. Изменение фокусного расстояния самого объектива в расчёт не принимать.
2. Вычислите расстояние между двумя сетками *С1* и *С2*, которые расположены вблизи переднего фокуса *Fок* окуляра увеличения *Гок=12,5*$^{\times}$, если разность сходимостей пучков лучей, измеренная с помощью диоптрийной трубки по изображениям C_1' и C_2' этих сеток за окуляром, составляет 0,4 дптр.
3. Определите линейное перемещение окуляра с увеличением *Гок=10*$^{\times}$, необходимое для изменения сходимости пучка параксиальных лучей на 1 дптр.
4. Фокусное расстояние окуляра можно приблизительно определить, измерив величину *a* продольного перемещения окуляра при изменении его диоптрийной установки на *m* делений. Для бинокля Б6×30 получили $a \approx 4$мм при $m = 10$ дптр. Вычислите фокусное расстояние окуляра.
5. На какой угол необходимо повернуть окуляр спирального микрометра для коррекции близорукости глаза в 4 дптр, если Гок = 10$^{\times}$, шаг окулярной резьбы t = 1,5 мм, а число заходов резьбы k = 2.
6. В театральном бинокле предусмотрено продольное перемещение объективов для коррекции аметропии (близорукости и дальнозоркости) глаз наблюдателя. Фокусное расстояние объективов $f'_{об} = 25$ мм, увеличение бинокля Г = 2,5$^{\times}$. Каковы должны быть пределы перемещения объективов, если необходимо корригировать аметропию в пределах ±5 дптр. Как проверить установку «нуля диоптрийной шкалы» механизма фокусировки?
7. Известно, что погрешность совмещения сетки с плоскостью резкого изображения, создаваемого объективом, может достигать величины $\Delta z = 0{,}2$ мкм$/\sigma'^2_{A'}$, где $\sigma'_{A'}$ - апертурный угол рабочего пучка лучей. Определите, какой разности сходимостей, в диоптриях, между изображениями предмета и сетки за окуляром эта величина соответствует.
8. Зрительная труба имеет увеличение Г = 20$^{\times}$, диаметр входного зрачка *D*р = 14мм. С какой точностью можно проверить установку нуля диоптрийной шкалы окуляра у данной трубы?
9. Какое зеркало можно считать плоским, если оно применяется для установки трубы на бесконечность автоколлимационным методом?
10. Трубу с фокусным расстоянием объектива f' = 600 мм и увеличением Г = 30$^{\times}$ установили на бесконечность по Луне. Для этого трубу выносили на улицу. При поверке трубы автоколлимационным методом в помещении лаборатории, где температура равна 20° С, обнаружен за окуляром трубы параллакс автоколлимационного изображения сетки в 0,5 дптр отрицательного знака (окуляр из положения установки на резкое изображение собственной сетки пришлось завинчивать по окулярной

резьбе). Какая температура была на улице, если корпус трубы изготовлен из стали 35 ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} K^{-1}$).

11. При установке трубы на бесконечность автоколлимационным методом использовалось зеркало, которое оказалось не плоским, а сферическим с радиусом кривизны R. С какой точностью (погрешностью) трубу можно установить на бесконечность?
12. В зеркальной фотокамере «Любитель» применяется фотообъектив триплет Т-22 ($f'_1 = 75$ мм, $D:f'$=1:4,5; разрешающая способность в центре R =28 лин/мм). Наводка на резкость в пределах от ∞ до 1,3 м осуществляется с помощью объектива видоискателя большего фокусного расстояния f'_2. Перемещения обоих объективов кинематически взаимосвязаны посредством зубчатой передачи. Необходимо рассчитать допуски на отклонение фокусных расстояний обоих объективов от номинальных величин.
13. Какое расстояние Z допустимо между индексом и миллиметровой шкалой, если точность снятия отсчетов по шкале невооруженным глазом с расстояния 250 мм должна быть не ниже ±0,1 мм? Расчеты выполните для
14. двух случаев:
    1) поперечные сдвиги глаза ничем не ограничены;
    2) перед глазом поставлена неподвижная диафрагма диаметром 20 мм.
15. Дайте определение понятию «параллакс». Какое влияние оказывает параллакс на работу глаза с оптическим прибором? Как можно уменьшить его влияние?
16. Какой величины допустима фокусность (f_{min}) защитного стекла панорамы ПГ, если при замене поврежденного стекла запасным не должен возникать заметный параллакс или заметная нерезкость изображения далеких предметов относительно штрихов сетки? Подсчитайте все остальные допуски, необходимые для изготовления защитного стекла, а именно N, ΔN, $\theta_{кл}$.
17. Оборачивающая система работает при увеличении $\beta_0 = -1^x$. С какой точностью система должна быть установлена посередине между сопрягаемыми плоскостями изображения объекта и окулярной сетки, чтобы параллакс за окуляром не превосходил 2 дптр? Фокусные расстояния оборачивающей системы $f'_л = 30$ мм, а окуляра $f'_{ок} = 20$ мм.

3. Технология проведения практических занятий

Для студенческой группы на занятии выдается задание, общая формулировка которого приведена в разделе 2 настоящих методических указаний.

Алгоритм проведения практических занятий по дисциплине предполагается следующий:

- после выдачи задания в первые 30 мин. занятия студенты анализируют исходные данные, записывают математические выражения (при необходимости);
- один из студентов группы вызывается «к доске» и демонстрирует группе вариант решения задания со своими числовыми данными;
- в последние 30 мин. занятия каждый студент предъявляет преподавателю вариант решения задачи.

4. Примерные вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине, по темам практических занятий

1. Описать методику и приборы для контроля параллакса.
2. Описать приборы для контроля правильности установки сетки в фокальную плоскость объектива прибора и тест-объекта в фокальную плоскость объектива коллиматора и способы юстировки прибора.
3. Описать приборы и методику для контроля увеличения телескопических систем.
4. Описать приборы и методику для контроля увеличения микроскопов.

5. Описать приборы и методику для контроля правильности установки диоптрийной шкалы окуляра.

6. Описать способы и приборы для контроля угла поля телескопических систем.

7. Описать приборы и методику для контроля поля фотографических систем.

8. Описать приборы и методику для контроля диаметра выходного зрачка и его удаления от последней поверхности окуляра.

9. Описать приборы и способы контроля наклона изображения.

10. Описать методику контроля разворота сетки и положения шкал прибора