

Документ подписан в системе Электронный Документооборот
Информация о документе
ФИО: Минин Олег Владимирович
Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 10.03.2025 16:48:52
Уникальный программный ключ:
d85fa2f259a0915da7608299858917984201811

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Снежинский физико-технический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СФТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе

_____ П.О.Румянцев

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование приборов времени

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность) 17.05.01 – «Боеприпасы и взрыватели»

Профиль подготовки _____

Специализация: «Сквозное цифровое проектирование технических комплексов»

Квалификация (степень) выпускника специалист
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

г. Снежинск,
20__ г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания состоит в раскрытии физической сущности измерения интервалов времени с помощью механических и электромеханических приборов времени, в рассмотрении способов и средств, обеспечивающих возможность использования временных устройств в механизмах дальнего взведения взрывателей, дистанционных устройствах взрывателей к боеприпасам различного назначения.

При изучении данной дисциплины закладываются основы прикладных конструкторских знаний по специальности 17.05.01 – Боеприпасы и взрыватели. Знания, полученные при освоении данного курса, используются при изучении дисциплин «Основы проектирования средств поражения», «Проектирование боеприпасов систем артиллерийского, ракетного и бомбового вооружения», «Устройство боеприпасов, взрывателей и систем управления действием средств поражения» в курсовом и дипломном проектировании.

Задачи изучения дисциплины: 1) усвоение физических основ измерения интервалов времени с помощью приборов времени, методов построения механических и электромеханических приборов времени, способов повышения точности измерения интервалов времени; 2) приобретение навыков конструирования механических приборов времени.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Проектирование приборов времени» относится к обязательным дисциплинам вариативной части рабочего учебного плана для специальности 17.05.01 – Боеприпасы и взрыватели.

Для изучения дисциплины «Проектирование приборов времени» требуется изучение студентами следующих дисциплин:

Математика.

Физика.

Теоретическая механика.

Сопrotивление материалов.

Инженерная и компьютерная графика.

Материаловедение. Технология конструкционных материалов.

Метрология, стандартизация и сертификация.

Знания и практические навыки проектирования приборов, полученные при изучении данной дисциплины, студенты могут использовать при изучении дисциплин:

Устройство боеприпасов, взрывателей и систем управления действием средств поражения.

Основы проектирования средств поражения.

Проектирование боеприпасов систем артиллерийского, ракетного и бомбового вооружения с использованием САД программ

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение данной дисциплины необходимо для освоения следующих компетенций в части освоения теоретических положений специальных устройств взрывателей, методов проектирования конкретных приборов.

ПК-7 Способен использовать при проектировании образцов боеприпасов и взрывателей компьютерные и информационные технологии, программные средства и системы автоматизированного проектирования.

ПК-11 Способен работать с научно- технической литературой и электронными средствами информации.

ПК-12 Способен обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно- исследовательских работ в форме научно- технических отчетов, статей, пояснительных заметок.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать:

Принципы измерения текущего времени при помощи механических приборов времени. Функциональную схему основных узлов часовых механизмов. Характеристики точности приборов времени. Способы уменьшения методической погрешности механических приборов времени. Влияние внешних факторов на точность измерения времени и надежность часовых механизмов. Конструкции спусковых регуляторов, используемых в дистанционных взрывателях.

Уметь:

Проводить кинематический расчет зубчатой передачи часового механизма. Проводить расчет основных параметров пружинного двигателя. Выявлять зависимость суточного хода и ошибки периода колебаний осциллятора. Использовать систему автоматизированного проектирования для решения задачи проектирования часового механизма.

Владеть:

Основными навыками проектирования механизмов: проведение проектных расчетов, анализ их результатов и выбор оптимального варианта проектного решения, оформление результата проектирования в виде пояснительной записки и чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов.

Семестр	Трудоем- кость., з.е.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Экз., час.	Форма контроля, Экз./зачет
5	2	72	36	36	-	0	-	зачет
6	4	144	-	36	-	108	-	зачет

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/семинары	Лаб. работы	самост. работа			
5 семестр									
1	Основные сведения об измерении и хранении времени.	1-2	4	4	-	15	2, устный опрос	2, устный опрос	10
2	Структура часовых механизмов. Основные элементы ПВ.	3-16	28	28	-	15	8, 16 тест	8, 16, тест	30
3	Электро- и электронно-механические приборы времени.	17-18	4	4	-	15	18, устный опрос	18, устный опрос	10
	Зачет							0 - 50	
	Итого за 5 семестр:							100	
6 семестр									
1	Выполнение курсовой работы	1-18	-	36	-	108	5, 10 рубежный контроль выполнения КР	5, 10 рубежный контроль	50 (25+25)
	Зачет							0 - 50	
	Итого за 6 семестр:							100	

* 100 баллов за семестр, включая курсовую работу и экзамен.

4.2. Теоретический курс

Раздел 1 Основные сведения об измерении и хранении времени.

Цели и задачи курса. Роль приборов времени (ПВ) в деле повышения автоматизации и механизации производства. Основные достижения в развитии ПВ на современном этапе. Единицы измерения времени. Понятие о звёздных и солнечных сутках. Истинные и средние солнечные сутки. Величина секунды по ГОСТ 9867-61. Понятие эфемеридного времени. Атомная секунда. Внесистемные единицы времени и стандартные интервалы времени. Часовые пояса. Служба точного времени.

Раздел 2 Структура часовых механизмов. Основные элементы ПВ.

Тема 2.1 Классификация механических ПВ. Классификация по функциональному и конструктивному признакам; по продолжительности и точности работы; по эксплуатационному признаку.

Тема 2.2 Часы как автоколебательная система

Функциональная схема основных узлов часовых механизмов (ЧМ) наручных и карманных часов. Основные узлы ЧМ: спусковой регулятор; зубчатая передача; двигатель; стрелочный механизм; механизм заводки пружины и перевода стрелок. Основные системы спускового регулятора - системы освобождения и привода; их назначение. Роль осциллятора в системе спускового регулятора. Анализ энергетических соотношений в спусковом регуляторе как автоколебательной системе. Условия возникновения автоколебательного режима работы СР. Понятие о «мягком» и «жестком»

режимах возбуждения. Условия устойчивости автоколебаний. Осцилляторы с сосредоточенными и распределёнными параметрами; их отличительные особенности и основные характеристики.

Тема 2.3. Передаточные механизмы

Кинематические схемы часов с боковой и центральной секундной стрелкой. Обозначение элементов основной зубчатой передачи и вспомогательных передач. Конструкция узла центральной оси.

Определение передаточных отношений и моментов в ЧМ. Основные свойства часового зацепления. Особенности циклоидального зацепления. Понятие о линии зацепления, углах входа и выхода. Коэффициент перекрытия. Недостатки циклоидального зацепления. Отличительные особенности часового зацепления. Расчёт элементов зубьев колёс и трибов по ГОСТ 13678-68. Другие виды зацепления: цевочное, корончатое, мелко модульное остроконечное.

Тема 2.4. Двигатели

Гиревой двигатель (ГД). Достоинства и недостатки. Разновидности ГД. Устройство со шнуром и с цепью. Основные соотношения для ГД.

Пружинный двигатель (ПД). Достоинства и недостатки. Двигатели с подвижным барабаном. ПД с предварительно напряжённой по всей длине рулонной пружиной. Основные соотношения между размерами валика барабана и пружины. Понятие нормального ПД.

Расчет спиральной пружины. Условия расчета. Типовая диаграмма работы пружины в барабане. Минимальный и максимальный моменты пружины. Коэффициент качества пружины. Влияние способа крепления наружного конца пружины на момент и продолжительность хода часов. Виды крепления внутреннего конца пружины. КПД пружинного двигателя.

Расчет ПД. Условия и исходные данные для расчета. Расчет основных параметров двигателя.

Тема 2.5 Способы повышения стабильности и продолжительности работы ПД. S-образная и желобчатая пружины. Двухбарабанный двигатель. ПД с улиткой. Конструкция улитки. Фрикционный ПД. **Вспомогательные механизмы ПД.** Остановы; назначение и конструкции. Стопорные устройства; назначение и конструкции. Механизмы автоподзавода - с обгонными муфтами и двуплечим рычагом.

Тема 2.6. Колебательные системы

Требования, предъявляемые к механическим осцилляторам. Характеристики точности ПВ: поправка часов, ход и суточный ход часов, средний суточный ход часов, среднее и среднее квадратическое отклонения суточного хода. Показатели нестабильности хода часов: средняя квадратическая вариация суточного хода, восстановление хода. Средняя и максимальная вариация суточного хода.

Методическая погрешность часов и пути ее уменьшения.

Маятник и его теория. Математический и физический маятники. Период колебаний математического маятника. Конический и круговой маятник. Уравнения движения обыкновенного физического маятника и его решение. Период колебания физического маятника. Круговая ошибка часов. Понятие о приведенной длине маятника. Три основные точки маятника. Теорема Катера. Маятник Катера. Регулировка периода колебаний маятника. Зависимость между суточным ходом и относительным изменением длины маятника. Способы регулировки.

Подвесы маятников. Проволочный подвес. Пружинный подвес и его достоинства. Подвес на призме. Способы изохронизации. Способ Х.Гюйгенса. Подвес Ф.М.Федченко.

Влияние температуры и давления на период колебаний маятника и способы компенсации. Зависимость суточного хода от температуры. Способы температурной компенсации: Гаррисона и Грахама. Влияние давления на период колебаний маятника. Барометрическая компенсация Крюгера и Рифлера. Астрономические часы.

Система баланс-спираль. Предпосылки появления системы баланс-спираль. Устройство узла баланса различного назначения: наручных, настольных часов, хронометров, трубок дистанционных

взрывателей «Тиль-Крупп», Юнганс, Варо. Период свободных колебаний баланса и способы регулировки его.

Позиционная ошибка часов. Уравнение движения баланса и его решение. Функция Бесселя I-го рода и ее свойство.

Концевые кривые спиралей. Виды спиралей. Назначение концевых кривых. Условия Э.Филлипа. Концевые кривые цилиндрических и плоских спиралей. Внешние и внутренние концевые кривые. Построение концевых кривых, образованных дугой окружности и прямой. Графическое построение концевых кривых. Об оптимальном угле между точками крепления концов спиралей. Вариант П.Леруа и Э.Каспари.

Влияние температуры на период колебаний баланса. Суточный ход и температурный коэффициент колебательной системы. Способы термокомпенсации. Термокомпенсационные волоски и компенсационные балансы.

Вторичная ошибка компенсации - аномалия Дента. Интегральные и дифференциальные балансы. Влияние давления и магнитных полей.

Трение в осцилляторе. Добротность. Постоянное трение. Вязкое (линейное) трение. Внутреннее трение. Добротность колебательной системы.

Тема 2.7. Спусковые регуляторы

Классификация механических спусковых регуляторов (СР). Несвободные спусковые регуляторы. Отличительные особенности. Ход Грахама. Устройство и работа. Момент и работа сил трения. Момент и работа импульса. Импульсные функции. КПД хода Грахама. Спусковой регулятор с отходом колеса назад. Ход Клемента. Шварцвальдский ход.

Несвободные балансовые СР. Область применения. Достоинства и недостатки. Ход Лебнера. Спусковые регуляторы дистанционных взрывателей артиллерийских боеприпасов: Ход «Тиль-Крупп». Ход Юнганс Ход Варо. Регуляторы З.М.Аксельрода.

СР с балансом без собственных колебаний. Область применения. Достоинства и недостатки. Углы, проходимые балансом. Время передачи импульса. Время свободного поворота баланса. Время прохождения балансом дополнительного угла. Период колебаний. Момент на ходовом колесе.

Свободные спусковые регуляторы. Отличительные особенности. Достоинства и недостатки.

Свободный анкерный ход. Основные узлы хода. Конструктивные элементы зубьев ходового колеса и палет якоря. Работа хода. Типы свободного анкерного хода: английский ход, штифтовый ход, швейцарский ход. Равноплечие, неравноплечие и полуравноплечие хода. Притяжка вилки. Угол и момент притяжки. Освобождение вилки. Момент освобождения. Передача силовых импульсов. Момент импульса. Импульсные функции. КПД хода. Об остановке на плоскости импульса и на плоскости покоя палеты.

Хронометровый ход. Область применения. Разновидности. Особенности конструкции. Устройство хронометрового хода с пружиной покоя. Передача импульса. Момент импульса. Достоинства и недостатки хода.

Стабилизаторы импульсов. Назначение. Принцип устройства. Устройство и действие инерционного, рычажного и планетарного стабилизаторов импульсов.

Раздел 3. Электро- и электронномеханические приборы времени.

Тема 3.1. Электромеханические ПВ

Классификация. Особенности схемы. Схемы СР маятниковых электро-механических ПВ: регуляторы Гиппа, Фери, Грегори. Схема преобразователя регулятора Гиппа. Балансовый СР с магнитоэлектрическим приводом: регуляторы фирмы «Гамильтон» (США), регулятор ЛИТМО, достоинства и недостатки. СР с электромагнитным приводом французской фирмы «Лип».

Тема 3.2. Электронномеханические ПВ

Классификация. Особенности схемы. СР с осцилляторами с сосредоточенными параметрами. Устройство балансового СР отечественных наручных часов. СР балансовых настольных часов отечественного производства. Маятниковый СР французской фирмы АТО.

СР с осцилляторами с распределенными параметрами. Предпосылка появления. Виды осцилляторов. Камертонные ПВ. Конструкции камертонов. Камертонные СР (генераторы) с электромагнитным и магнитоэлектрическим приводом. Преобразователи колебательного движения камертона во вращательное движение колесной системы часов: механический преобразователь, магнитный ход Клиффорда. Стержневые регуляторы.

Кварцевые ПВ. Достоинства и недостатки. Схемы кварцевого генератора. Цифровая индикация. Устройство элементарной ячейки жидкого кристалла. Полная схема кварцевых часов с интегральной микросхемой.

Тема 3.3. Квантово-механические приборы времени

Предпосылки появления. Принцип устройства и действия. Молекулярный генератор на амиаке. Генераторы других типов. Схема квантово-механических часов. Атомно-лучевые ПВ.

4.3. Практические занятия

Целью практических занятий является:

- подтверждение навыков использования теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, путем устного опроса обучающихся и решения небольших по объему задач расчетного характера;

- приобретение практических навыков и компетенций в области приборов времени.

Перед проведением практических занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал. По всем темам практических занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание по вариантам.

Темы практических занятий:

1. Определение передаточных отношений и чисел зубьев колес и трибов основной зубчатой передачи.
2. Расчет модуля зацепления пары барабан - центральный триб и радиуса расточки барабана.
3. Расчет основных размеров барабана.
4. Расчет модулей зацепления и диаметров окружностей колес и трибов основной зубчатой передачи (окружности: начальная, выступов, впадин).
5. Расчет параметров стрелочного механизма.
6. Расчет параметров механизма заводки пружины и перевода стрелок.

Практические занятия шестого семестра предусматривают консультирование по вопросам выполнения курсовой работы.

Курсовая работа, её характеристика

Курсовая работа по дисциплине «Проектирование приборов времени» преследует цель закрепить у студентов теоретические сведения, полученные при прослушивании курса лекций, и получить практически навыки проектирования механизмов малогабаритных часов бытового назначения.

Основными этапами курсовой работы являются:

- 1 Составление кинематической схемы механизма часов.
- 2 Выполнение плоскостной планировки часов и пространственной компоновки основной зубчатой передачи, а также стрелочного механизма и механизма заводки пружины и перевода стрелок.
- 3 Построение свободного анкерного хода.
- 4 Оформление чертежа и расчетно-пояснительной записки.

Объем графической части курсовой работы – 1 лист формата А1 по ГОСТ2.301-68, расчётно-пояснительной записки – не более 20 листов формата А4, выполненных на устройствах вывода информации ЭВМ.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Проектирование приборов времени» предусмотрено использование следующих образовательных технологий.

1. Лекционно-семинарско-зачетная система обучения: дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке учащихся.

2. Обучение с помощью ТСО: чтение лекций и проведение семинаров сопровождается показом презентаций (слайдов); лекции проводятся с применением мультимедийных средств обучения, что позволяет в наиболее сжатом концентрированном виде изложить материал.

3. Интерактивная форма общения: разбор задач и поиск их решения проводится в рамках семинаров. Занятия проводятся в интерактивной форме общения студентов между собой при поиске метода решения поставленной задачи. Преподаватель обеспечивает консультационное сопровождение процесса поиска решения.

4. Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется проведением преподавателем текущей консультации один раз в две недели. Вопросы можно задавать лично преподавателю в назначенное время, либо посредством электронной почты.

Самостоятельная работа студентов подразумевает изучение теоретического материала по конспекту, основной и дополнительной литературе, работу с интернет-ресурсами, выполнение расчетной части курсовой работы и оформление отчетных материалов курсовой работы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Рейтинг-контроль по дисциплине, предусматривающий устный или письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу или связанному с ним ранее изученному.

Перечень теоретических вопросов в контролируемых материалах

1. Единицы измерения времени.
2. Понятие о звёздных и солнечных сутках.
3. Истинные и средние солнечные сутки.
4. Понятие эфемеридного времени.
5. Атомная секунда.
6. Внесистемные единицы времени и стандартные интервалы времени.
7. Часовые пояса.
8. Служба точного времени.
9. Классификация по функциональному и конструктивному признакам приборов времени: по продолжительности и точности работы; по эксплуатационному признаку.
10. Функциональная схема основных узлов часовых механизмов (ЧМ) наручных и карманных часов.
11. Основные узлы ЧМ: спусковой регулятор; зубчатая передача; двигатель; стрелочный механизм; механизм заводки пружины и перевода стрелок.
12. Основные системы спускового регулятора - системы освобождения и привода; их назначение.

13. Роль осциллятора в системе спускового регулятора.
14. Анализ энергетических соотношений в спусковом регуляторе как автоколебательной системе.
15. Условия возникновения автоколебательного режима работы СР.
16. Понятие о «мягком» и «жёстком» режимах возбуждения автоколебаний.
17. Условия устойчивости амплитуды автоколебаний.
18. Осцилляторы с сосредоточенными и распределёнными параметрами; их отличительные особенности и основные характеристики.
19. Кинематические схемы часов с боковой и центральной секундной стрелкой.
20. Обозначение элементов основной зубчатой передачи и вспомогательных передач. Конструкция узла центральной оси.
21. Определение передаточных отношений и моментов в ЧМ.
22. Основные свойства часового зацепления.
23. Особенности циклоидального зацепления.
24. Понятие о линии зацепления, углах входа и выхода.
25. Коэффициент перекрытия. Недостатки циклоидального зацепления.
26. Отличительные особенности часового зацепления.
27. Гиревой двигатель (ГД). Достоинства и недостатки.
28. Разновидности ГД. Устройство со шнуром и с цепью.
29. Основные соотношения для ГД.
30. Пружинный двигатель (ПД). Достоинства и недостатки.
31. Двигатели с подвижным барабаном.
32. ПД с предварительно напряжённой по всей длине рулонной пружиной.
33. Основные соотношения между размерами валика барабана и пружины.
34. Понятие нормального ПД.
35. Расчет спиральной пружины. Условия расчета. Типовая диаграмма работы пружины в барабане.
36. Минимальный и максимальный моменты пружины.
37. Коэффициент качества пружины.
38. Влияние способа крепления наружного конца пружины на момент и продолжительность хода часов.
39. Виды крепления внутреннего конца пружины. КПД пружинного двигателя.
40. Расчет ПД. Условия и исходные данные для расчета. Расчет основных параметров двигателя.
41. Способы повышения стабильности и продолжительности работы ПД. S-образная и желобчатая пружины. Двухбарабанный двигатель.
42. ПД с улиткой.
43. Конструкция улитки.
44. Вспомогательные механизмы ПД. Остановы: назначение и конструкции.
45. Стопорные устройства; назначение и конструкции.
46. Механизмы автоподзавода - с обгонными муфтами и двуплечим рычагом.
47. Колебательные системы.
48. Методическая погрешность часов и пути ее уменьшения.
49. Маятник и его теория. Математический и физический маятники.
50. Период колебаний математического маятника. Конический и круговой маятник.
51. Уравнения движения обыкновенного физического маятника и его решение. Период колебания физического маятника. Круговая ошибка часов.
52. Понятие о приведенной длине маятника. Три основные точки маятника. Теорема Катера. Маятник Катера. Регулировка периода колебаний маятника.
53. Зависимость между суточным ходом и относительным изменением длины маятника. Способы регулировки.
54. Подвесы маятников. Проволочный подвес. Пружинный подвес и его достоинства. Подвес на призме. Способы изохронизации. Способ Х.Гюйгенса. Подвес Ф.М.Федченко.
55. Влияние температуры и давления на период колебаний маятника и способы компенсации. Зависимость суточного хода от температуры. Способы температурной компенсации: Гаррисона и Грахама.

56. Влияние давления на период колебаний маятника. Барометрическая компенсация Крюгера и Рифлера. Астрономические часы.
57. Система баланс-спираль. Предпосылки появления системы баланс-спираль. Устройство узла баланса различного назначения: наручных, настольных часов, хронометров, «Тиль-Крупп», Юнгана, Варо. Период свободных колебаний баланса и способы регулировки его.
58. Позиционная ошибка часов. Уравнение движения баланса и его решение. Функция Бесселя I-го рода и ее свойство.
59. Концевые кривые спиралей. Виды спиралей. Назначение концевых кривых. Условия Э.Филлипса. Концевые кривые цилиндрических и плоских спиралей. Внешние и внутренние концевые кривые.
60. Построение концевых кривых, образованных дугой окружности и прямой. Графическое построение концевых кривых. Об оптимальном угле между точками крепления концов спиралей. Вариант П.Леруа и Э.Каспери.
61. Трение в осцилляторе. Добротность. Постоянное трение. Вязкое (линейное) трение. Внутреннее трение. Добротность колебательной системы.
62. Классификация механических спусковых регуляторов (СР). Несвободные спусковые регуляторы. Отличительные особенности. Ход Грахама. Устройство и работа. Момент и работа сил трения. Момент и работа импульса. Импульсные функции. КПД хода Грахама. Спусковой регулятор с отходом колеса назад. Ход Клемента. Шварцвальдский ход.
63. Несвободные балансовые СР. Область применения. Достоинства и недостатки. Ход Лебнера. Ход «Тиль-Крупп». Ход Юнгана. Регуляторы З.М.Аксельрода.
64. СР с балансом без собственных колебаний. Область применения. Достоинства и недостатки. Углы, проходимые балансом. Время передачи импульса. Время свободного поворота баланса. Время прохождения балансом дополнительного угла. Период колебаний. Момент на ходовом колесе.
65. Свободные спусковые регуляторы. Отличительные особенности. Достоинства и недостатки.
66. Свободный анкерный ход. Основные узлы хода. Конструктивные элементы зубьев ходового колеса и палет якоря.
67. Хронометровый ход. Область применения. Разновидности. Особенности конструкции. Устройство хронометрового хода с пружиной покоя. Передача импульса. Момент импульса. Достоинства и недостатки хода.
68. Электромеханические ПВ. Классификация.
69. Схемы спусковых регуляторов маятниковых электромеханических ПВ: регулятор Гиппа, регулятор Ферри, регулятор Грегори.
70. Балансовый электромеханический спусковой регулятор (регулятор фирмы «Гамильтон»).
71. Балансовый электромеханический спусковой регулятор с контактной вилкой.
72. Спусковой регулятор с электромагнитным приводом (СР фирмы «Лип»).
73. Электронномеханические ПВ. Классификация.
74. Электронно-механический балансовый спусковой регулятор.
75. Камертонный генератор с электромагнитным приводом.
76. Кварцевые ПВ. Достоинства и недостатки.
77. Молекулярный генератор на аммиаке. Атомно-лучевые ПВ.

При выполнении курсовой работы предусмотрено проведение рубежного контроля на 5 и 10 неделях. Цель контроля – оценка правильности проведенных расчетов и принятых проектных решений обучающимися.

Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся содержится в приложении к рабочей программе.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся приведено в разделе 7 рабочей программы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Основная литература

7.1.1. Румянцев П.О. Проектирование приборов времени. Конспект лекций. Учебное пособие. - Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2020. - 110 с.

7.2 Дополнительная литература

7.2.1. Румянцев П.О. Проектирование приборов времени: Методическое пособие по дисциплине Проектирование приборов времени. - 6-е изд., стереотип. - Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2021. - 51 с.

7.2.2. Румянцев П.О. Конструктивные элементы приборов времени. Методическое пособие по дисциплине Проектирование приборов времени. - 4-е изд., стереотип. - СФТИ НИЯУ МИФИ, 2020. - 48 с.

7.2.3. Романов А.Д. Проектирование приборов времени. - М.: Высшая школа, 1975. – 220 с.

7.3 Интернет-ресурсы

<http://forum.watch.ru/> – часовой форум,

<http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/bafc8dbe-0e5f-4b32-b04d-91354354694c/91814/> – Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (приборы времени).

7.4 Электронно-библиотечные системы

e.lanbook.com – электронно-библиотечная система издательства «Лань»

<http://library.merphi.ru/> - электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ

7.5 Программное обеспечение

Для выполнения графической части курсовой работы используется программное обеспечение компании АСКОН КОМПАС 3D V21, V22.

Для оформления текстовой отчетной документации – Microsoft Office 2013.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Лекционная аудитория, оборудованная проектором, интерактивной доской (или проекционным экраном), компьютерами (доступ к сети Интернет).

8.2 Презентации по темам курса и практическим заданиям.

8.3 Бытовые часы (механизмы), детали и узлы морского хронометра 6МХ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по специальности 17.05.01 «Боеприпасы и взрыватели».

Автор – старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения»,

Румянцев Павел Олегович _____

Рецензент –ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ» _____

Программа одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения» _____