

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 13 » октября 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОНСТРУИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 12.03.01 «Приборостроение»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоем-<br>кость<br>зач. ед.,<br>час | Лекции<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работ, час. | СРС, час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля       |
|---------|---------------------------------------|----------------|------------------------------|-------------------------|-----------|---|
| 7       | 2 зач. ед.,<br>72 часа                | 18             | 36                           | -                       | 18        | Зачет с оценкой                           |
| 8       | 4 зач. ед.,<br>144 часа               | 10             | 40                           | -                       | 58        | Экзамен (36<br>часов)                     |
| Итого   | 6 зач. ед.,<br>216 часов              | 28             | 76                           | -                       | 76        | Зачет с оценкой,<br>экзамен (36<br>часов) |

Владимир 2015

2015

*Мед*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины «Конструирование измерительных приборов»:

Целями освоения дисциплины «Конструирование измерительных приборов» является приобретение студентом знаний по выбору принципиальной схемы измерительных приборов и умения конструировать их основные узлы и детали, проводить расчеты динамических и точностных характеристик, оптимизировать конструкции, проводить анализ их надежного функционирования в условиях внешних механических и климатических воздействий.

#### *Задачи дисциплины:*

- Конкретизировать знания, приобретённые студентом при изучении общенаучных и общетехнических дисциплин применительно к компьютерным технологиям;
- Освоить принципы конструирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Конструирование измерительных приборов» входит в перечень обязательных дисциплин вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 12.03.01 «Приборостроение» и базируется на комплексе дисциплин: «Физика», «Математика», «Информатика», «Прикладная механика», «Инженерная графика», «Основы автоматического управления», «Основы проектирования приборов и систем».

Знания дисциплины «Конструирование измерительных приборов» необходимы студентам для подготовки, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы и для решения научно-исследовательских и производственно-технических задач в профессиональной деятельности.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует важную часть профессиональной компетенции ПК-6: «Способность к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов» в части разработки типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов, а также весомую часть общепрофессиональной компетенции ОПК-8: «Способность использовать нормативные документы в своей деятельности».

В результате освоения дисциплины «Конструирование измерительных приборов» обучающийся должен:

#### **Знать:**

- методы анализа, расчета, проектирования и конструирования в соответствии с техническим заданием типовых схем приборов (ПК-6).

#### **Уметь:**

- использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8).

#### **Владеть:**

- методами оценки технологичности и технологического контроля простых и средней сложности конструкторских решений, (ПК-6).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 час.

| №<br>т/п | Раздел<br>дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая<br>самостоятельную работу студентов<br>и трудоемкость (в часах) |                         |                        |       |     | Объем учебной<br>работы,<br>с применением<br>интерактивных<br>методов<br>(в часах / %) | Формы текущего<br>контроля<br>усвоения<br>(по неделям<br>семестра) ,<br>форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(по семестрам) |
|----------|--|---------|-----------------|--|-------------------------|------------------------|-------|-----|--|--|
|          |  |         |                 | Лекции   | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы | КП/КР | СРС |  |  |
| 1        | Компоновка<br>приборов.  | 7       | 1,2             | 2  |                         |                        |       |     | 2 часа, 100%   |  |
| 2        | Общие принципы<br>конструирования<br>приборов                    | 7       | 1-6             |  | 12                      |                        |       |     |  |  |
| 3        | Инженерная<br>психология<br>конструирования<br>приборов          | 7       | 3-6             | 4  |                         |                        |       |     | 2 часа, 50%  | Первый<br>рейтинг-<br>контроль   |
| 4        | Конструирование<br>деталей приборов                              | 7       | 7-12            |  | 12                      |                        |       |     |  |  |
| 5        | Механические<br>воздействия на<br>приборы                        | 7       | 7-12            | 6  |                         |                        |       |     | 2 часа, 33%  | Второй<br>рейтинг-<br>контроль   |
| 6        | Конструирование<br>сборочных единиц<br>измерительных<br>приборов | 7       | 13-<br>18       |  | 12                      |                        |       |     |  |  |
| 7        | Климатические<br>воздействия на<br>приборы                       | 7       | 13-<br>18       | 6  |                         |                        |       |     | 4 часа, 67%  | Третий<br>рейтинг-<br>контроль   |
| 8        | Всего за 7 семестр   |         | 18              | 18   | 36                      |                        |       |     | 10 часов / 56%   | Зачет с<br>оценкой   |
| 9        | Конструкции<br>приборов для<br>измерения<br>линейных<br>размеров | 8       | 1,2             | 4  |                         |                        |       |     | 4 часа, 100%   |  |
| 10       | Конструирование<br>разъемных<br>соединений<br>приборов           | 8       | 1-5             |  | 20                      |                        |       |     |  | Первый<br>рейтинг-<br>контроль   |
| 11       | Конструкции<br>приборов для<br>измерения<br>угловых размеров     | 8       | 3-6             | 4  |                         |                        |       |     | 4 часа, 100%   |  |
| 12       | Конструирование<br>неразъемных<br>соединений<br>приборов         |         | 6-10            |  | 20                      |                        |       |     |  | Второй<br>рейтинг-<br>контроль   |

|    |                                 |   |      |    |    |  |    |                |                                   |
|----|---------------------------------|---|------|----|----|--|----|----------------|-----------------------------------|
| 13 | Точность измерительных приборов | 8 | 7-10 | 2  |    |  |    |                | Третий рейтинг-контроль           |
| 14 | Всего за 8 семестр              |   | 10   | 10 | 40 |  | 58 | 8 часов/ 80%   | Экзамен (36 часов)                |
| 15 | <b>ВСЕГО</b>                    |   | 28   | 28 | 76 |  | 76 | 18 часов / 64% | Зачет оценкой, Экзамен (36 часов) |

#### 4.2 Лекции

##### Раздел 1. Компоновка приборов.

Тема 1.1. Внутренняя компоновка приборов.

Тема 1.2. Внешняя компоновка приборов.

Тема 1.3. Конструирование отсчетных и регистрирующих устройств.

##### Раздел 2. Инженерная психология конструирования приборов.

Тема 2.1. Инженерная психология конструирования приборов.

Тема 2.2. Эстетические требования к оформлению приборов.

##### Раздел 3. Механические воздействия на приборы.

Тема 3.1. Типы внешних механических воздействий.

Тема 3.2. Расчеты узлов приборов на прочность и жесткость.

Тема 3.3. Воспроизведение механических воздействий на ударных стендах, центрифугах и вибростендах.

Тема 3.4. Защита приборов от внешних механических воздействий. Противоударные устройства.

##### Раздел 4. Климатические воздействия на приборы.

Тема 4.1. Воспроизведение климатических воздействий в термобарокамерах.

Тема 4.2. Термокомпенсация узлов приборов.

##### Раздел 5. Конструкции приборов для измерения линейных размеров.

Тема 5.1. Концевые меры длины. Калибры.

Тема 5.2. Штриховые измерительные инструменты.

##### Раздел 6. Конструкции приборов для измерения угловых размеров

Тема 6.1. Рычажно-механические измерительные приборы.

Тема 6.2. Рычажно-оптические измерительные приборы.

Тема 6.3. Измерительные микроскопы.

##### Раздел 7. Точность измерительных приборов.

Тема 7.1. Основные термины и определения.

Тема 7.2. Погрешности измерительного средства.

Тема 7.3. Погрешности метода измерения.

Тема 7.4. Типы и нормы точности измерительных средств общего назначения

#### 4.3 Практические занятия

##### Раздел 1. Общие принципы конструирования приборов.

Тема 1.1. Этапы конструирования приборов.

Тема 1.2. Выбор вариантов конструкций приборов.

Тема 1.3. Динамические характеристики приборов.

Тема 1.4. Амплитудные и фазовые погрешности измерительных приборов.

Тема 1.5. Качественный анализ дифференциальных уравнений чувствительных преобразователей измерительных приборов.

##### Раздел 2. Конструирование деталей приборов.

Тема 2.1. Понятие о базах. Выбор формы деталей.

Тема 2.2. Расчеты деталей на прочность и жесткость.

Тема 2.3. Системы допусков размеров. Простановка размеров на чертежах деталей и сборочных единицах. Типы посадок соединяемых деталей.

Тема 2.4. Указание отклонений формы и расположения поверхностей деталей.

Тема 2.5 Обозначение шероховатости поверхностей деталей на чертежах.

Тема 2.6. Назначение покрытий поверхностей деталей.

Тема 2.7. Обозначение термической обработки деталей.

### **Раздел 3. Конструирование сборочных единиц измерительных приборов.**

Тема 3.1. Подвижность механизмов приборов. Устранение избыточных связей.

Тема 3.2. Обратимые кинематические пары. Метод инверсии.

Тема 3.3. Принцип совмещения функций.

Тема 3.4. Оптимизация узлов приборов.

Тема 3.5. Миниатюризация деталей. Микроэлектромеханические системы.

Тема 3.6. Принцип Аббе.

### **Раздел 4. Конструирование разъемных соединений измерительных приборов.**

Тема 4.1. Конструирование резьбовых соединений. Расчеты на прочность.

Тема 4.2. Обозначение резьбы и допусков на чертежах.

Тема 4.3. Конструирование клиновых соединений.

Тема 4.4. Конструирование байонетных соединений.

Тема 4.5. Конструирование соединений лапками.

### **Раздел 5. Конструирование неразъемных соединений.**

Тема 5.1. Конструирование соединений сваркой.

Тема 5.2. Конструирование соединений пайкой.

Тема 5.3. Конструирование соединений запрессовкой.

Тема 5.4. Конструирование соединений заформовкой.

Тема 5.5. Конструирование клеевых соединений.

#### **4.4 Самостоятельная работа студентов**

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Основные формы самостоятельной работы заключаются в проработке дополнительной литературы, подготовке к лабораторным занятиям, устному опросу, контрольным работам и рейтинг-контролю. Контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется на консультациях, во время работы на ПК и практических занятиях.

Для самостоятельной работы студентам рекомендуются методическое указание к лабораторным работам по курсам: «Детали приборов и основы конструирования», «Прикладная механика» [Электронный ресурс] Автор Л.М.Самсонов и учебник: Шарыгин Л.Н. «Проектирование конкурентоспособных технических изделий».

Темы для СРС:

1. Штангенинструменты.
2. Микрометрические инструменты.
3. Вертикальный оптиметр.
4. Двойной микроскоп МИС-11.
5. Универсальный измерительный микроскоп УИМ-21.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с требованиями ФГОС направлению подготовки «Приборостроение» в программе данной дисциплины предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Эти технологии в сочетании с внеаудиторной работой решают задачи формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся, как основы профессиональной компетентности в сфере образования.

В качестве интерактивных средств обучения используются:

1. **Ролевые игры.** Проводятся в лаборатории. Преподаватель по своему усмотрению разбивает студентов на малые группы 3-4 человека. В группу должны подбираться студенты, между которыми сложились отношения доброжелательности. Только в этом случае в группе возникает психологическая атмосфера взаимопонимания и взаимопомощи, снимаются

тревожность и страх.

Преподаватель выступает в роли заказчика на разработку того или иного измерительного устройства. Оценивается скорость и качество выполненного проекта отдельной взятой группы, разбираются ошибки. Руководителю команды предлагается самостоятельно распределить роли и оценить своих подопечных.

2. **Проблемное обучение.** Проводятся в лаборатории. Преподаватель самостоятельно ставит проблему. Например, изменяет работу лабораторного оборудования таким образом, чтобы измерение было ложным и предлагает студенту решить эту проблему, найти ошибки и исправить их.

3. **Лекция с запланированными ошибками.** Проводится в лекционной аудитории. Преподаватель планирует в лекции несколько серьезных ошибок, не сообщая об этом студентам. Студенты, обнаружившие ошибки и доложившие об этом преподавателю поощряются дополнительными балами. В конце лекции разбираются ошибки.

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

### **VII семестр**

#### **Вопросы для рейтинг-контроля**

##### *Первый рейтинг-контроль.*

1. Выбор вариантов конструкций приборов.
2. Динамические характеристики приборов.
3. Амплитудные и фазовые погрешности измерительных приборов.
4. Качественный анализ дифференциальных уравнений чувствительных элементов измерительных приборов.

##### *Второй рейтинг-контроль.*

1. Конструирование сборочных единиц. Подвижность механизмов приборов.
2. Устранение избыточных связей.
3. Обратимые кинематические пары. Метод инверсии.
4. Принцип совмещения функций.
5. Оптимизация узлов и деталей приборов.
6. Принцип Аббе.

##### *Третий рейтинг-контроль.*

1. Механические воздействия на приборы.
2. Стенды для воспроизведения механических воздействий.
3. Защита приборов от механических воздействий.
4. Климатические воздействия на приборы.
5. Термобарокамеры, камеры тропического климата.
6. Теркомпенсация узлов приборов.

#### **Вопросы к зачету с оценкой**

1. Этапы конструирования приборов.
2. Выбор вариантов конструкций приборов.
3. Динамические характеристики приборов.
4. Амплитудные и фазовые погрешности измерительных приборов.

5. Качественный анализ дифференциального уравнения чувствительных элементов измерительных приборов.
6. Конструирование деталей. Выбор формы детали. Понятие о базах.
7. Расчеты деталей на прочность и жесткость.
8. Простановка размеров на чертежах деталей и сборочных единицах. Характеры посадок соединений деталей.
9. Указание отклонений формы и расположения поверхностей деталей на чертежах.
10. Обозначение шероховатости поверхностей деталей на чертежах.
11. Назначение покрытий поверхностей деталей.
12. Обозначение термической обработки деталей.
13. Конструирование сборочных единиц. Подвижность механизмов приборов.
14. Устранение избыточных связей.
15. Обратимые кинематические пары. Метод инверсии.
16. Принцип совмещения функций.
17. Оптимизация конструкций. Оптимизация деталей (биметаллы).
18. Оптимизация узлов (пружинного двигателя).
19. Миниатюризация деталей. Микроэлектромеханические системы (МЭМС).
20. Принцип Аббе.
21. Резьбовые соединения. Расчеты на прочность.
22. Обозначение резьбы и допусков на чертежах.

#### **Задания для СРС:**

1. Основы работы с штангенциркулем, достижение заданной точности измерения.
2. Контроль точности измерения микрометрическими инструментами.
3. Измерения вертикальным оптиметром.

### **VIII семестр**

#### **Вопросы для рейтинг-контроля**

##### *Первый рейтинг-контроль.*

1. Точность размеров. Допуски.
2. Точность геометрической формы деталей.
3. Точность взаимного расположения поверхностей деталей.
4. Указание шероховатости поверхностей деталей.

##### *Второй рейтинг-контроль.*

1. Концевые меры длины.
2. Штриховые меры.
3. Расчетно-оптические измерительные приборы.
4. Измерительные микрометры.

##### *Третий рейтинг-контроль.*

1. Компоновка приборов.
2. Конструирование отсчетных устройств.
3. Расчеты узлов на прочность.
4. Термокомпенсация узлов приборов.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Байонетные соединения. Соединения лапками.
2. Соединения сваркой.
3. Компоновка приборов.
4. Инженерная психология конструирования приборов.
5. Механические воздействия на приборы.

6. Стенды воспроизведения ударных воздействий.
7. Применение упруго-пластических деформируемых элементов.
8. Воспроизведение длительно действующих нагрузок.
9. Воспроизведение вибрационных нагрузок. Типы вибростендов. Вибростенд случайных вибраций.
10. Защита приборов, действующих в условиях механических воздействий.
11. Климатические воздействия на приборы.
12. Оптические измерительные приборы. Нолиусные шкалы.
13. Универсальный измерительный микроскоп.
14. Проекторы.
15. Лазерный интерферометр.
16. Рычажные и пружинные измерительные головки.
17. Измерительные головки с зубчатыми передачами. Рычажно-зубчатые измерительные головки.
18. Микрокатеры. Оптикаторы.
19. Пневматические измерительные приборы.
20. Приборы измерения шероховатости.
21. Контроль резьбы.
22. Методы угловых измерений. Набор угловых мер. Синусная линейка.
23. Гониометрический способ. Прикладные угломеры.
24. Синтез измерительных приборов.. Графический метод расчетов характеристик приборов.
25. Юстировка приборов.
26. Точность измерительных приборов.

**Задания для СРС:**

4. Достижение требуемой точности при работе с двойным микроскопом МИС-11.
5. Работа с универсальным измерительным микроскопом УИМ-21.



## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **основная:**

### **основная:**

1. Конструирование узлов и устройств электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - (Высшее образование) - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222209943.html> ISBN 978-5-222-20994-3.
2. Оптико-электронные узлы электронно-вычислительных средств, измерительных приборов и устройств автоматики [Электронный ресурс] / Захаров Н.П. - М. : БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321162.html> ISBN 978-5-9963-2116-2.
3. Расходомеры и счетчики количества веществ [Электронный ресурс] : Справочник: Кн. 2 / Под общ. ред. Е. А. Шорникова. - 5-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732507094.html> ISBN 5-7325-0709-4.

### **дополнительная:**

1. Самсонов, Лев Михайлович. Методические указания к лабораторным работам по курсам «Детали приборов и основы конструирования», «Прикладная механика» [Электронный ресурс] / Л.М.Самсонов.-Владимир:ВлГУ, 2012.-79с.(Режим допуска <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2321/00823.pdf>. Свободный доступ из ВлГУ).
2. Сверхскоростная твердотельная электроника. Т. 2: Приборы специального назначения [Электронный ресурс] / Дьяконов В.П. - М. : ДМК Пресс, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940749264.html> ISBN 978-5-94074-926-4.
3. Моделирование метрологических характеристик интеллектуальных измерительных приборов и систем [Электронный ресурс] / Шевчук В.И. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113144.htm> ISBN 978-5-9221-1314-4.

### **Интернет-ресурсы:**

1. [http://www.tehnopribor.ru/termin/konstruirovaniye\\_izmeritelnyh\\_priborov.html](http://www.tehnopribor.ru/termin/konstruirovaniye_izmeritelnyh_priborov.html)
2. <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=553636>
3. <http://studystuff.ru/controlnaya/osnoviy-konstruirovaniya.html>
3. <http://www.studentlibrary.ru>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Практические занятия обеспечены современными измерительными приборами. При выполнении лабораторных работ студенты знакомятся с конструкциями приборов, методикой измерения различных величин и самостоятельно проводят измерения с использованием плоско-параллельных плиток, штанген инструментов, микрометров, электронных и оптических приборов (218-3).

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются также мультимедийные средства, набор слайдов, электронные каталоги, учебные пособия и справочники. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных мультимедийными системами (217-3).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
12.03.01 Приборостроение (квалификация (степень) «бакалавр»).

Рабочую программу составил профессор каф. ПИИТ д.т.н. Самсонов Л.М. Самсонов

Рецензент

(представитель работодателя) Зам. начальника отдела измерительной техники (ОИТ) ЗАО "Автоматика  
плюс", кандидат технических наук В.М. Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИИТ

протокол № 2 от 12.10.2015 года.

Заведующий кафедрой ПИИТ, д.т.н., проф. Легаев В.П. Легаев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления \_\_\_\_\_

протокол № 2 от 12.10.2015 года.

Председатель комиссии Легаев Легаев В.П.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 10 от 20.06.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Суржикова

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Суржикова

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Суржикова