



# ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Материалы докладов 72-й студенческой  
научно-технической конференции БНТУ

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Информационно-измерительная техника и технологии»

## **ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

Материалы докладов 72-й студенческой научно-технической конференции

БНТУ

г. Минск, Республика Беларусь

24 – 25 мая 2016 г.

Электронное издание

Минск БНТУ

2016

УДК 621.396.6

ББК 32.844я7

К65

Под редакцией Р.И. Воробья и И.Н. Савёлова

**Рецензент:**

Доцент кафедры «Конструирование и производство приборов»,  
к.т.н., доцент В.Л. Габец

Информационно-измерительная техника. Материалы докладов 72-й  
студенческой научно-технической конференции БНТУ/ Под редакцией Р.И.  
Воробья и И.Н. Савёлова - Мн., БНТУ, 2016 – 48 с.

В сборник включены материалы докладов студентов кафедры  
«Информационно-измерительная техника и технологии» на 72-й студенческой  
научно-технической конференции БНТУ

Белорусский национальный технический университет

Приборостроительный факультет

Пр-т Независимости, 65/17, Республика Беларусь

Тел.(017)292-77-52 факс (017)292-91-37

E-mail: emd@bntu.by

Регистрационный № ПСФ90-04.2017

© БНТУ, 2016

© Воробей Р.И. Савёлов И.Н.

© Компьютерная вёрстка Довнар А.С.

## СПИСОК ДОКЛАДОВ

БЕСПРОВОДНОЙ ВЕЛОКОМПЬЮТЕР	
Юнцевич А. М. ....	5
ВИБРОМЕТР ВИБРОТЕСТ-4	
Ахремчук Д. А. ....	7
ДИНАМОМЕТР	
Квятковский А. К. ....	9
ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ БЕТОНА	
Масловский И. В. ....	11
ИЗМЕРИТЕЛЬ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА	
Бедик А. О. ....	13
ИЗМЕРИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ	
Горбатенко П. Д. ....	15
ИЗМЕРИТЕЛЬ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ	
Курбатов А. И. ....	17
ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОЧКИ РОСЫ	
Карпович С. К. ....	19
КИСТЕВОЙ ДИНАМОМЕТР	
Четырко К. М. ....	21
ЛЮКСМЕТР LX-16HQ	
Полхутенко С.А. ....	23
МИКРОВЕБЕРМЕТР	
Хитрик М. Н. ....	25
ПАРКОВОЧНЫЙ РАДАР	
Кулик А. С. ....	27
ПОРТАТИВНОЕ УСТРОЙСТВО ВАДИМА КАРУЛИНА	
Карулин В. Д. ....	29

СПЕКТРОФОТОМЕТР	
Бернацкая М. Д. ....	31
ТЮНЕР-МЕТРОНОМ ТМ-40	
Тушинский Н. А. ....	33
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР	
Савеня П. С. ....	35
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР ИС-16	
Михалкова И. С. ....	37
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР НА-95	
Наумова А. Г. ....	39
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ БЛЕСКОМЕР	
Корнюшко С. П. ....	41
ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ	
Микитевич В. А. ....	43
ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР С ВЫНОСНЫМ ДАТЧИКОМ	
Лапшевич Н. Б. ....	45
ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ АДГЕЗИИ	
Довнар А. С. ....	47

## БЕСПРОВОДНОЙ ВЕЛОКОМПЬЮТЕР

Студент гр. 11303113 Юнцевич А. М.

Велокомпьютер предназначен для измерения скорости и пробега велосипеда, а также дополнительных параметров: средняя скорость, время в пути, максимальная скорость, пульс, передача, текущее время, температура, давление, каденса и др.

Целью данной работы являлась разработка конструкции беспроводного велокомпьютера вибро-ударопрочной конструкции.

В результате выполнения работы были разработаны технические требования к конструкции, произведён выбор материалов в соответствии с



требованиями к конструкции, и условиям эксплуатации. В качестве материала элементов конструкции выбран АБС-пластик марки ABS 1534.

В соответствии с требованием герметизации корпуса использованы пленочная панель и уплотнительный элемент, устанавливаемый между корпусными частями. Уплотнительный элемент изготовлен из силиконовой резины марки ИРП-1265 НТА. Для обеспечения усилия затяжки уплотнительного элемента были разработаны втулки, которые заформовываются в основание. Также был осуществлен выбор материала втулки. Материалом для втулки служит бронза БрАЖ9-4

Произведены расчеты усилия затяжки уплотнительного элемента и величины вибропрочности печатной платы. Усилие затяжки уплотнительного составляет не менее  $P_{сж} = 58$  Н. Печатная плата обеспечивает работоспособность

устройства при максимальной перегрузке 1,5 и максимальной частоте вибрации 80 Гц.

В ходе работы были разработаны твердотельная модель конструкции, сборочный чертеж конструкции и рабочие чертежи деталей (основания, втулки, крышки, плёночной панели, уплотнения, крепления).

Твердотельная модель велокомпьютера (рисунок 1) разработана при помощи системы автоматического проектирования «SolidWorks 2015». Рабочие чертежи корпуса и сборочный чертеж конструкции разработаны при помощи системы автоматического проектирования «AutoCad 2016».

Таким образом, в ходе выполнения работы выполнены все технические требования к конструкции и разработана вся необходимая конструкторская документация.

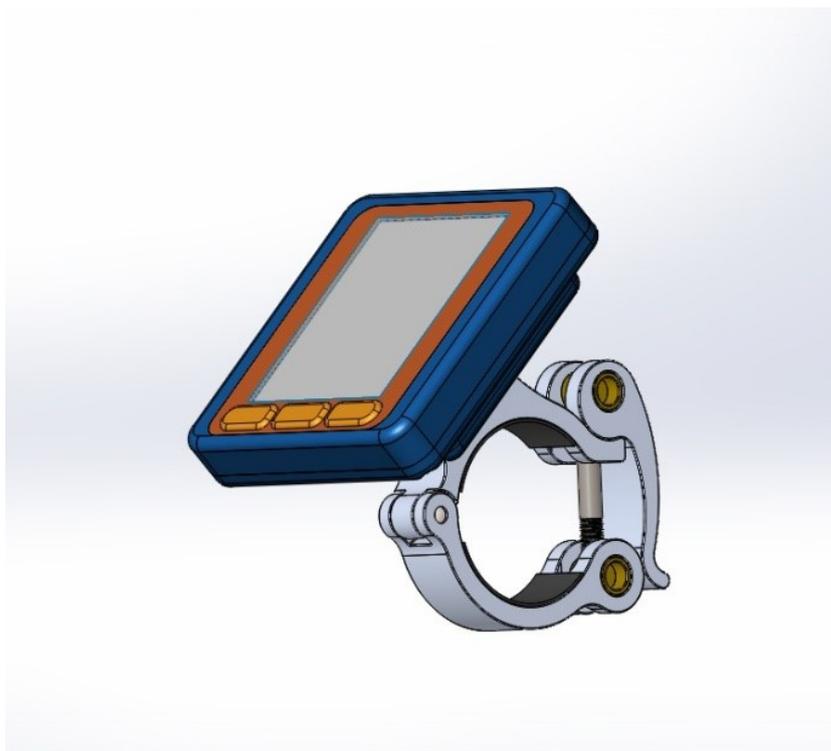
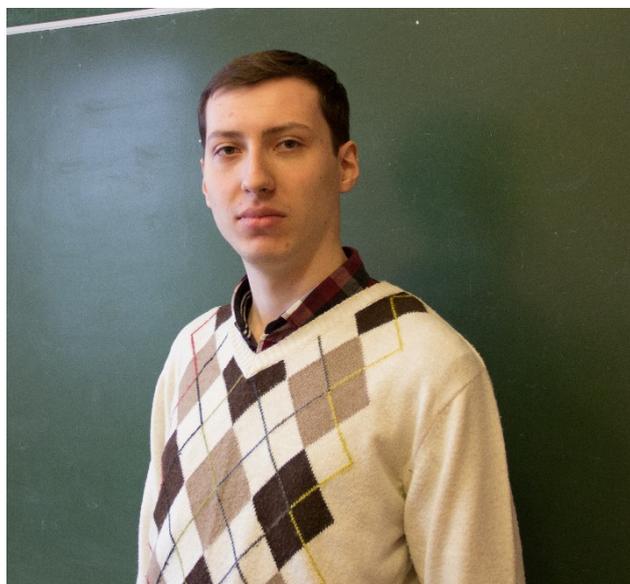


Рисунок 1 – Твердотельная модель беспроводного велокомпьютера

ВИБРОМЕТР ВИБРОТЕСТ-4  
Студент гр. 11312113 Ахремчук Д. А.

Виброметр предназначен для измерений виброскорости, виброускорения, виброперемещения и частоты колебаний при гармоническом колебательном движении твердого тела. Устройство позволяет осуществлять контроль дополнительных параметров, позволяющих судить о состоянии узлов трения вращающихся машин, а именно уровней высокочастотной вибрации, температуры и пик-фактора.



Целью данной работы являлась разработка конструкции корпуса виброметра, и оформление конструкторской документации.

Условия эксплуатации виброметра предполагают его использование на открытом воздухе, при температурах от  $-70$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  и влажностью до 95 %. Степень защиты конструкции IP 66. Выбранные материалы конструкции, которые обеспечивают надежную работу устройства в течение всего периода эксплуатации. Применение такого конструктивного материала как АСА-пластик S 757 G позволило, не потеряв в прочности, сделать прибор легким и мобильным. Жизненный цикл устройства составляет не менее 10 лет

Для обеспечения требуемой степени защиты предусмотрено наличие прокладок уплотнения из силиконовой резины ИРП-1266 НТА. С этой же целью, в качестве лицевой панели, используем плёночную клавиатурную панель. Такая панель управления эргономична и эстетична.

Для обеспечения возможности многократной разборки/сборки корпуса виброметра и обеспечения требуемого усилия сжатия прокладки уплотнения

предусмотрено наличие заформованных в корпус резьбовых втулок. Материалом для втулки была выбрана промышленная бронза БрАЖ9-4.

В ходе выполнения работы были выполнены расчеты элементов конструкции. Определено необходимое усилие затяжки уплотнительного элемента  $F = 127 \text{ Н}$ , и выбраны винты, позволяющие его обеспечить. Исходя из рассчитанных минимальных значений выбрана толщина стенки 5 мм. Максимальный прогиб в центре корпуса при эксплуатационных нагрузках составит не более  $\omega = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

При помощи САПР Solidworks разработаны твердотельные модели виброметра и деталей разработанной конструкции.



Рисунок 1 – Твердотельная модель виброметра «Вибротест-4»

## ДИНАМОМЕТР

Студент гр. 11312113 Квятковский А. К.

Динамометр предназначен для измерений статических и медленно изменяющихся сил растяжения и сжатия. Устройство позволяет осуществлять калибровку и поверку различных силоизмерительных аппаратов (разрывные машины, прессы и пр.). Обеспечивает метрологическую правильность калибровочных и



поверочных процедур, которые проводятся соответствующими лабораториями, а также центрами метрологии и стандартизации.

Целью данной работы являлась разработка конструкции корпуса динамометра для измерений статической и динамической сил растяжения и сжатия.

Условия эксплуатации динамометра предполагают его использование на открытом воздухе под навесом, при температурах от +15 до +35°C и влажностью до 80%. Степень защиты конструкции IP 56. Выбранные материалы конструкции должны обеспечить надежную работу устройства в течение всего периода эксплуатации, что составляет не менее 20000 часов.

Материалы, выбранные для создания конструкции, полностью соответствуют техническим требованиям, предъявляемым к устройствам эксплуатируемым в условиях ТС 1.1. Применение конструктивного материала ABS-пластик WR-9100 позволило сделать прибор легким и мобильным.

Для обеспечения требуемой степени защиты в качестве лицевой панели, используем плёночную панель. В конструкции измерителя напряжений в арматуре она используется для герметизации корпуса. Так же, для обеспечения

требований герметизации корпуса предусмотрено наличие прокладки уплотнения.

Для обеспечения требуемого усилия затяжки предусмотрено наличие заформованных втулок.

В ходе выполнения работы были выполнены расчеты элементов конструкции. Определено необходимое усилие затяжки уплотнительного элемента  $F = 127$  Н. Рассчитана минимальная толщина стенок корпуса  $h = 2,40$  мм.

Разработаны твердотельная модель (рисунок 1) конструкции и электронные модели деталей разработанной конструкции.

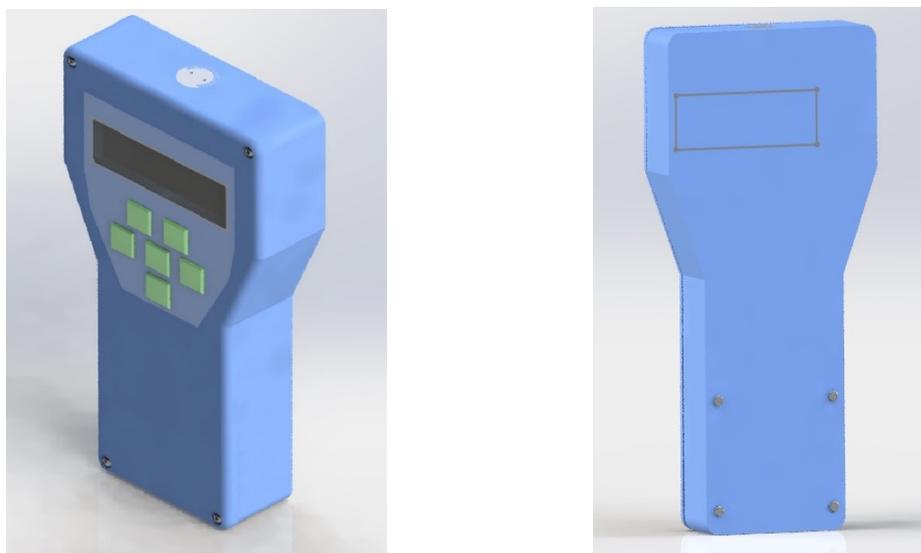
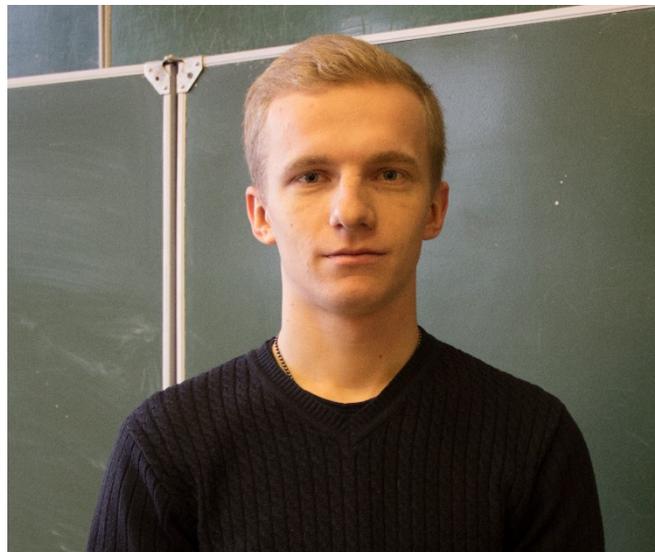


Рисунок 1 – Твердотельная модель электронного динамометра напряжения

ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ БЕТОНА  
Студент группы 11312113 Масловский И.В.

Измеритель влажности бетона предназначен для контроля влажности бетона и бетонных конструкций. Областью его применения являются объекты строительства, неразрушающий контроль, предприятия стройиндустрии, научно-исследовательские лаборатории.



В процессе разработки были выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции, выбраны покрытия, учитывающие условия эксплуатации (климатическое исполнение М1 и степень защиты оболочки IP 66). Основание и крышка корпуса изготавливаются из АБС-пластика ES-0163, который характеризуется высокой прочностью, стойкостью к ударным нагрузкам, имеет малую плотность по сравнению с другими конструкционными термопластами.

Для обеспечения герметизации между основанием и крышкой, крышкой отсека для элементов питания была предусмотрена установка уплотнителей, изготовленных из силиконовой резины ИРП 1266.

В качестве лицевой панели управления предусматривается применение плёночной панели, которая крепится в углубление на крышке корпуса, с помощью клея, для лучшей герметичности конструкции.

Была определена необходимая сила сжатия уплотнителя корпуса, составляющая не менее 286 Н и сила сжатия уплотнителя отсека с элементами питания не менее 127Н.

Для обеспечения ремонтпригодности основание и крышка фиксируются с помощью четырёх M2 × 2.8g × 10 ГОСТ 17475–80.

Для коммутации с внешними устройствами предусмотрено наличие разъёма USB, герметизированного уплотнителем, выполненным из силиконовой резины ИРП 1266.

В итоге выполнения работы разработана твердотельная модель измерителя влажности бетона при помощи САПР SolidWorks 2016. Рабочие чертежи основания, втулки, крышки, уплотнителя и сборочный чертеж конструкции разработаны при помощи САПР AutoCAD 2016. Сделана презентация данной работы с помощью PowerPoint 2013. Сделана видео сборка при помощи САПР SolidWorks 2016. Требования технического задания выполнены полностью.

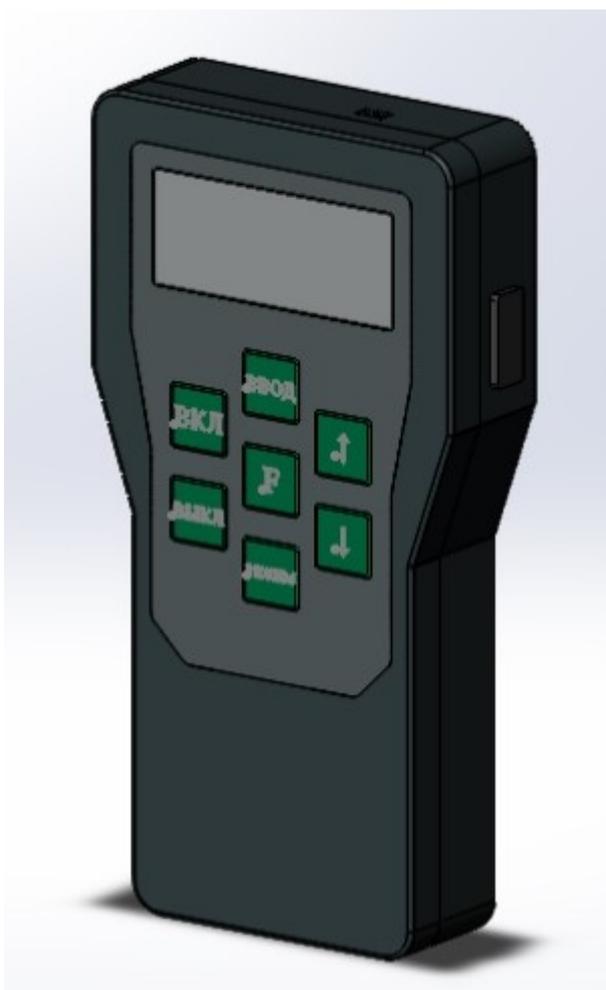


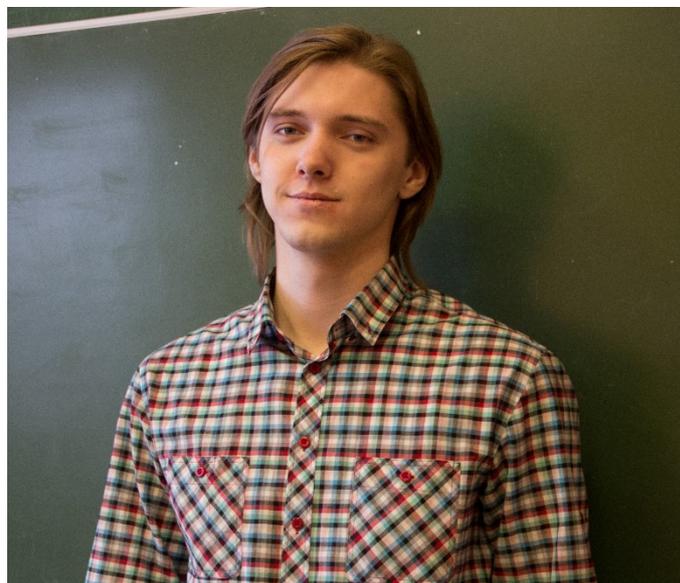
Рисунок 1 – Твердотельная модель измерителя влажности бетона

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

Студент группы 11312113 Бедик А.О.

Поддержание высоких темпов строительства невозможно без контроля качества основных материалов.

Измеритель защитного слоя бетона предназначен для измерения толщины защитного слоя бетона и определения расположения оси арматуры в железобетонных



изделиях и конструкциях. Область применения: неразрушающий контроль на предприятиях стройиндустрии и объектах строительства, а также при обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений.

В процессе разработки были выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции, выбраны покрытия, учитывающие условия эксплуатации (климатическое исполнение В 1 и степень защиты оболочки IP 55).

Для обеспечения работоспособности устройства его корпус должен быть разъемным. Материалом основания и крышки корпуса был выбран АБС-пластика 1030, который характеризуется высокой прочностью, стойкостью к ударным нагрузкам, имеет малую плотность по сравнению с другими конструкционными термопластами.

Для обеспечения герметизации между основанием и крышкой был предусмотрен уплотнитель, изготовленный из силиконовой резины ИРП 1266. Определена необходимая сила сжатия уплотнителя, составляющая 470 Н.

Было определено, что для обеспечения механической прочности минимальная толщина стенок корпуса должна составлять не менее 2,4 мм.

Расчёт вибропрочности печатной платы показал, что при заданной массе установленных элементов, печатный узел обеспечит эксплуатацию при перегрузках не менее 8 g.

Для обеспечения ремонтпригодности основание и крышка фиксируются шестью винтами М3-6g×50.

Для коммутации с внешними устройствами предусмотрен разъём USB, герметизированный уплотнителем, выполненный из силиконовой резины ИРП 1266 ТУ.

Разработана твердотельная модель измерителя защитного слоя бетона (рисунок 1) при помощи САПР SolidWorks 2016. Рабочие чертежи основания, втулки, крышки, уплотнителя и сборочный чертеж конструкции разработаны при помощи САПР AutoCAD 2016.

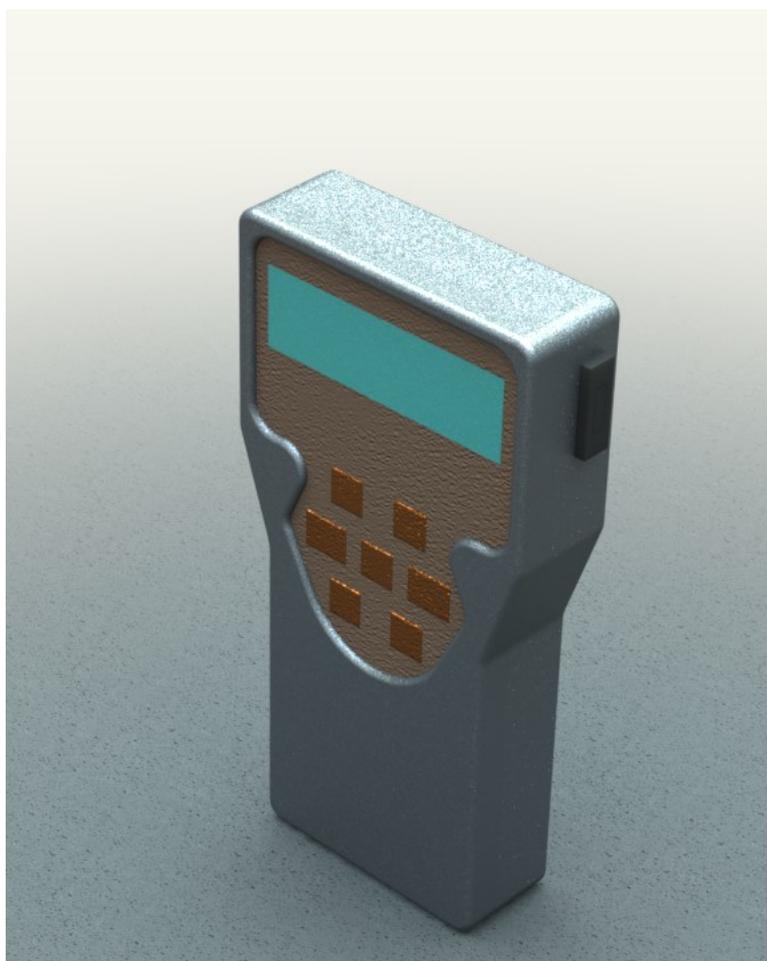


Рисунок 1 – Твердотельная модель измерителя защитного слоя бетона

## ИЗМЕРИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

Студент гр. 11312113 Горбатенко П. Д.

Измеритель напряжений в арматуре предназначен для измерения напряжений в арматуре при изготовлении железобетонных конструкций.

Устройство обеспечивает технологические расчеты заданного удлинения арматуры, длины арматурной заготовки и корректировки



расстояния между временными анкерами арматурного элемента.

Целью данной работы являлась разработка конструкции корпуса измерителя напряжений в арматуре для измерений при изготовлении железобетонных конструкций.

Условия эксплуатации устройства предполагают его использование в закрытых помещениях, при температурах от  $-10$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и влажностью до 95 %. Степень защиты конструкции IP 55. Выбранные материалы конструкции должны обеспечить надежную работу устройства в течение всего периода эксплуатации, что составляет не менее 25000 часов. Измеритель напряжений в арматуре имеет следующие характеристики:

- Габаритные размеры: 177 – длина, 30 – ширина, 90 – высота.
- Напряжение питания 9 В.

Материалы, выбранные для создания конструкции, полностью соответствуют техническим требованиям, являются современными и их применение экономически целесообразно. Применение такого конструктивного материала как ABS-пластик HF-0680 позволило сделать прибор легким и мобильным.

Для обеспечения требуемой степени защиты в качестве лицевой панели, используем плёночную панель. В конструкции измерителя напряжений в арматуре она используется для герметизации корпуса. Так же, для обеспечения требований герметизации корпуса предусмотрено наличие прокладки уплотнения.

Для обеспечения требуемого усилия затяжки предусмотрено наличие запрессованных в корпус резьбовых втулок.

В ходе выполнения работы были выполнены расчеты элементов конструкции. Определено необходимое усилие затяжки уплотнительного элемента  $F = 119 \text{ Н}$ . Рассчитана минимальная толщина стенок корпуса  $h = 2,40 \text{ мм}$ .

При помощи САПР Solidworks разработаны твердотельная модель конструкции (рисунок 1) и электронные модели деталей разработанной конструкции.

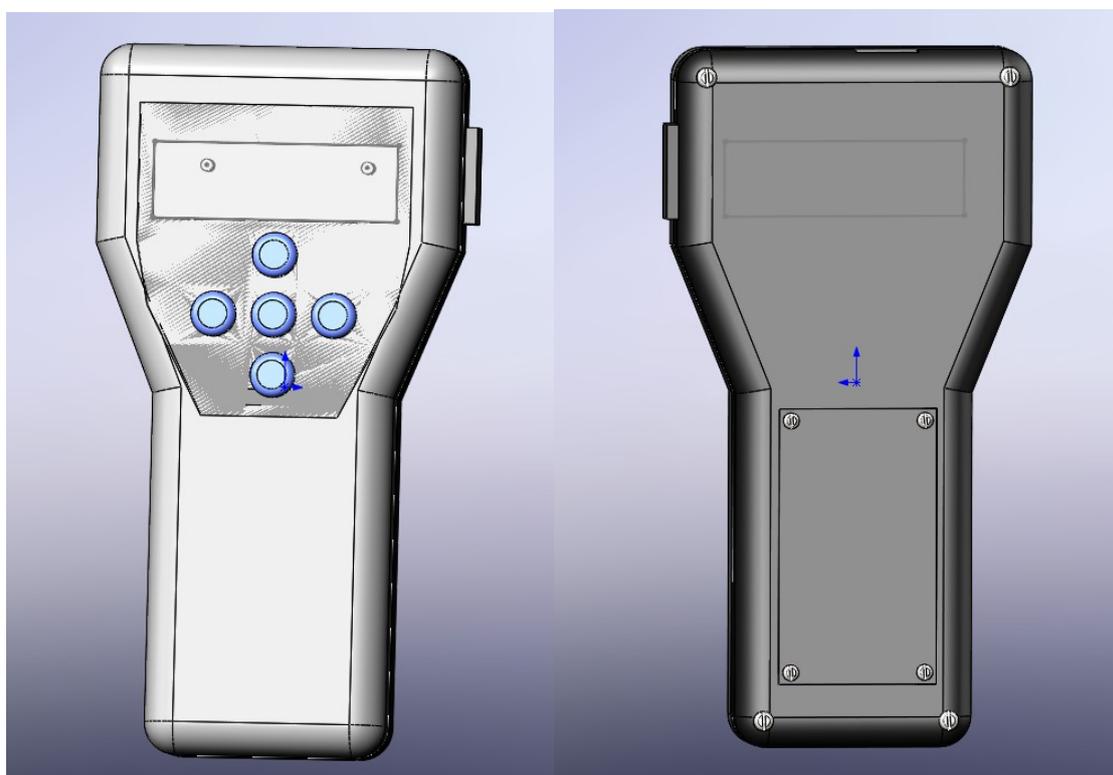
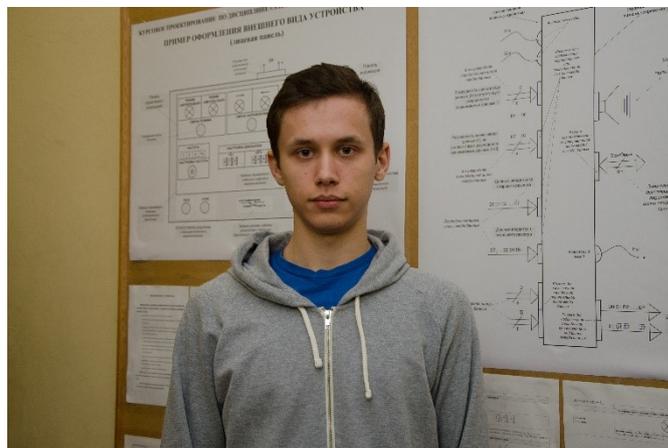


Рисунок 1 – Твердотельная модель измерителя напряжений в арматуре

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ

Студент гр. 11303113 Курбатов А.И.

В связи с бурным развитием промышленности возникла необходимость в устройствах контроля загрязненности окружающей среды. Одним из важных параметров, мониторинг которого нужно проводить, является радиоактивность.



Задачей данной работы являлась разработка конструкции измерителя поглощенной дозы. Прибор предназначен для контроля и регистрации величины энергии ионизирующего излучения в мелкодисперсных материалах. Используется для мониторинга состояния окружающей среды, строительных сыпучих материалов, качества сельскохозяйственных культур.

Было разработано техническое задание и произведён выбор материалов в соответствии с требованиями к конструкции и условиям эксплуатации (климатическое исполнение М1, степень защиты IP56). Материалом для корпуса выбран АБС-пластик серии SD.

Для обеспечения герметичности конструкции предусмотрено наличие прокладки уплотнения между корпусными частями устройства. Материалом прокладки уплотнения выбрана силиконовая резина ИРП-1265 НТА. Материалом винтов выбрана нержавеющая сталь А2. Для обеспечения требуемой степени защиты в качестве панели управления выбрана клавиатурная пленочная панель.

Произведены расчеты усилия затяжки уплотнительного элемента и определена величина вибропрочности печатной платы. Усилия затяжки уплотнительного элемента  $F=1800\text{Н}$ . Печатная плата выдерживает

максимальную перегрузку при вибрации равной 1,5 при максимальной частоте вибрации 80 Гц.

В данной работе была разработана твердотельная модель конструкции (рисунок 1), сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей устройства.

Твердотельная модель конструкции измерителя поглощенной дозы, сборочный чертёж и рабочие чертежи деталей были разработаны с помощью систем автоматизированного проектирования – SolidWorks 2015, AutoCAD 2016.



Рисунок 1 – Измеритель поглощенной дозы

ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОЧКИ РОСЫ  
Студентка гр. 11312113 Карпович С.К.

Измеритель точки росы предназначен для определения температуры точки росы, а также измерения и регистрации всех параметров окружающей среды.

Целью данной работы является разработка конструкции корпуса измерителя точки росы обеспечивающего степень защиты IP 55 и конструкторской документации.



Было разработано техническое задание и выбраны материалы конструкции, обеспечивающие надежную эксплуатацию разрабатываемого устройства в заданных условиях эксплуатации.

Герметичность блока управления была обеспечена за счет уплотнительного элемента из силиконовой резины марки ИРП. Для обеспечения высокой стойкости к ударным нагрузкам в качестве материала крышки и корпус конструкции блока управления был выбран АБС-пластик SD-0160.

Были выбраны оптимальные габаритные размеры  $185 \times 75 \times 35$  для качественного использования функциональных возможностей панели управления. В качестве панели управления была выбрана пленочная панель, обеспечивающая герметизацию и компактность конструкции измерителя точки росы.

Произведены расчеты усилия затяжки уплотнительного элемента и толщины стенки корпуса.

Исходя из расчета усилия затяжки уплотнительного элемента, для обеспечения нормального водо- и пылезащитного уплотнения необходимо обеспечить усилие сжатия 966Н.

Проведенные расчеты толщины стенки корпуса показали, что минимальная толщина стенок корпуса должна составлять не менее 6 мм.

С использованием системы автоматизированного проектирования AutoCAD были выполнены сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей. Разработана трехмерная модель изделия (рисунок 1) при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks.



Рис.1 – Трехмерная модель измерителя точки росы

КИСТЕВОЙ ДИНАМОМЕТР  
Студент гр. 11303113 Четырко К.М.

Кистевые динамометры предназначены для измерения силы сжатия кисти человеческой руки и широко применяются в медицине, спорте, альпинизме.

Цель данной работы – разработать конструкцию кистевого динамометра, его составных частей, в соответствии с условиями эксплуатации выбрать материалы конструкции, разработать сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей.



Разработано техническое задание на конструирование кистевого динамометра.

В процессе выполнения работы были выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции, учитывающие условия эксплуатации (климатическое исполнение Т2 и степень защиты оболочки IP 44). Основание и крышка корпуса изготавливаются из АБС - пластика.

Винты, которые скрепляют крышку и основание, а также на которых крепится к основанию печатная плата выполнены из углеродистой стали 3кп.

Разработана твердотельная кистевого динамометра при помощи SolidWorks 2015; рабочие чертежи крышки, основания, прокладки уплотнения, втулки, пленочная панель и сборочный чертеж конструкции при помощи AutoCAD Mechanical 2016; выполнена презентация данной работы в PowerPoint.

Требования технического задания выполнены полностью.

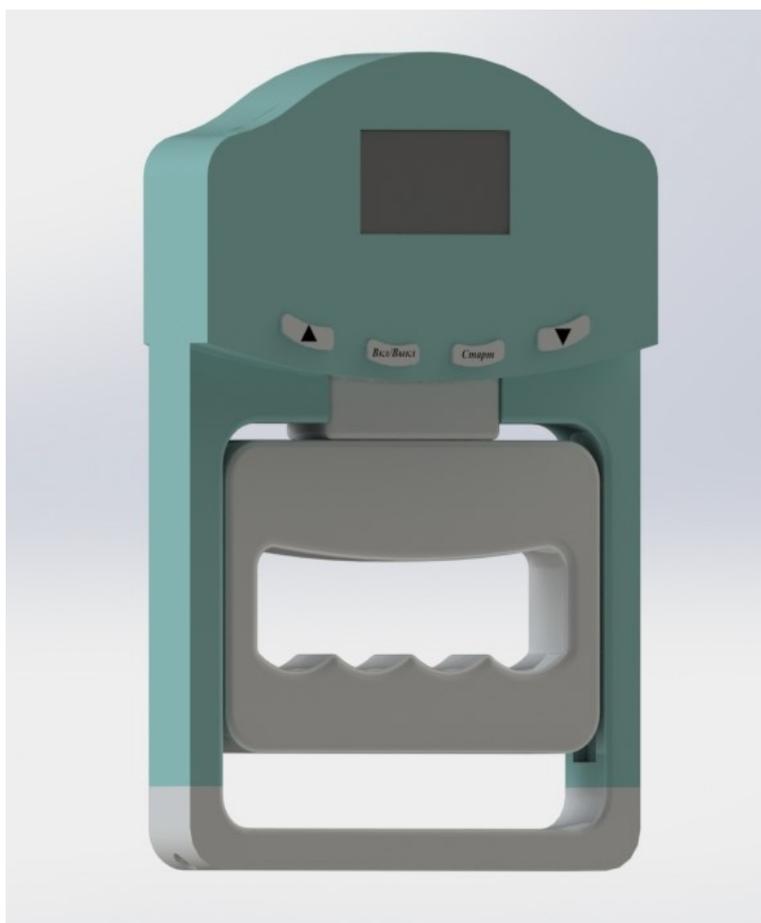


Рисунок 1 – Твёрдотельная модель кистевого динамометра

## ЛЮКСМЕТР LX-16HQ

Студент гр. 11303113 Полхутенко С.А.

Люксметр применяется для измерения освещённости рабочих мест промышленных предприятий и организаций, учебных заведений, научных центров, музеев, библиотек и архивов, предприятий транспорта и связи, центров метрологии и сертификации, медицинских учреждений, центров Госсанэпиднадзора.



Целью данной работы являлась разработка конструкции люксметра для определения инсоляции помещений.

Было разработано техническое задание и произведен выбор материалов конструкции. Оптимальный выбор материалов осуществлялся на основании условий эксплуатации (степень защиты IP55, климатическое исполнение ТВ1) и функционального состава конструкции. Используемый материал для корпуса: АБС – пластик марки ABS 1534. Выбор данного материала позволил обеспечить конструкции минимальные массогабаритные параметры. В качестве материала для уплотнительного элемента выбрана силиконовая резина марки ИРП–1265 НТА. В качестве элемента управления использована гибкая пленочная панель с формованными кнопками. Посредством расчетов была определена сила затяжки уплотнительного элемента:  $P_{сж} = 143,8 \text{ Н}$ . Печатная плата выдерживает максимальную перегрузку при вибрации равной 1,5, при максимальной частоте вибрации 80 Гц. Для обеспечения усилия сжатия уплотнительного элемента при сборке частей устройства в корпус заформовывается резьбовая втулка.

Твердотельная модель люксметра разработана при помощи системы твердотельного моделирования «SolidWorks 2015». Твердотельная модель конструкции изображена на рисунке 1.

Разработаны рабочие чертежи основания, крышки, уплотнительного элемента, пленочной панели, сборочный чертеж конструкции при помощи системы автоматического проектирования «AutoCAD 2016». Создана презентация данной работы при помощи «Microsoft Office PowerPoint 2010».



Рисунок 1 – Твердотельная модель люксметра

МИКРОВЕБЕРМЕТР  
Студентка гр. 11312113 Хитрик М. Н.

Микровеберметр предназначен для измерения магнитного потока и магнитной индукции в контуре. Устройство обеспечивает получение промежуточных результатов измерения, что позволяет исследовать динамику изменения магнитного потока измеряемого образца.



Целью данной работы являлась разработка микровеберметра для исследования магнитных свойств различных материалов и измерения характеристик магнитных полей.

Условия эксплуатации микровеберметра предполагают его применение как в закрытых помещениях, так и на открытом воздухе при температурах от +15 до +35°C и влажностью до 75 %. Степень защиты конструкции IP 33. Выбранные материалы конструкции должны обеспечить надежную работу устройства в течение всего периода эксплуатации - не менее 25000 часов.

Материалы, выбранные для создания конструкции, полностью соответствуют техническим требованиям, являются современными. Применение такого конструктивного материала как ABS-пластик SD-0170 позволило сделать прибор легким и мобильным.

Для обеспечения требуемой степени защиты в качестве лицевой панели, используется плёночная панель. В конструкции микровеберметра она также обеспечивает герметичность корпуса. Так же, для обеспечения требований герметизации корпуса предусмотрено наличие прокладки уплотнения.

В ходе выполнения работы были выполнены расчеты элементов конструкции. Определено необходимое усилие затяжки уплотнительного элемента  $F = 504 \text{ Н}$ . Рассчитана минимальная толщина стенок корпуса  $h=1,2 \text{ мм}$ . Рассчитан максимальный прогиб в центре корпуса  $\omega = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Разработаны твердотельная модель конструкции и электронные модели деталей микроверметра.

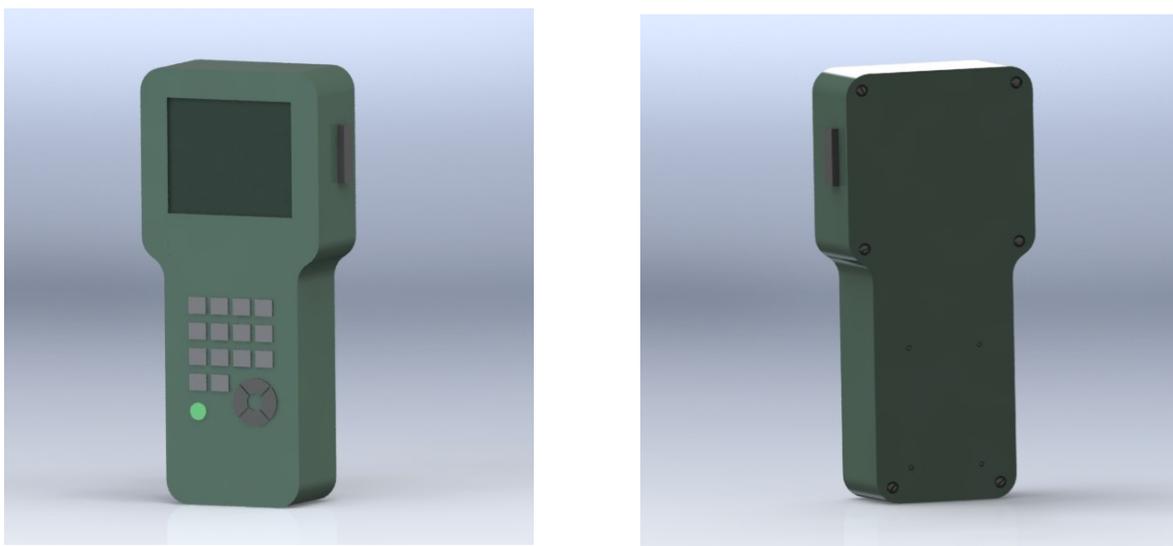


Рисунок 1 – Твердотельная модель микроверметра

## ПАРКОВОЧНЫЙ РАДАР

Студент группы 11303113 Кулик А.С.

Парковочный радар вспомогательная парковочная система, опционально устанавливаемая на автомобилях.

Целью данной работы является разработка парковочного радара для применения в автомобилестроении.

При выполнении работы разработано техническое задание, выбраны материалы элементов конструкции. Материалы выбирались исходя из климатического исполнения (климатическое исполнение О1 и степень защиты IP 67).

Парковочный радар соответствует следующим



характеристикам: габаритные размеры  $140 \times 55 \times 110$  мм; сила сжатия уплотнительной прокладки  $7,35 \times 10^3$ , общее напряжение питания  $36 \text{ В} \pm 10\%$ , масса не более 300 г.

Была проведена проверка элементов герметизации и уплотнений. Необходимая сила сжатия резиновой прокладки равна 7350 Н. Рассчитана толщина стенок корпуса  $h = 3$  мм, определен минимальный диаметр наружной резьбы винта  $d_v = 2,5$  мм.

Была проведена проверка вибропрочность платы, равная  $f_c = 3294$  Гц. Виброзащита данной платы удовлетворительна.

По рассчитанным параметрам и выбранным материалам была разработана твердотельная модель парковочного радара, представленная в САПР SolidWorks

2015 . Выполнены рабочие чертежи крышки, корпуса, втулки, сборочный чертеж корпуса и сборочный чертеж конструкции при помощи САПР AutoCAD 2016.

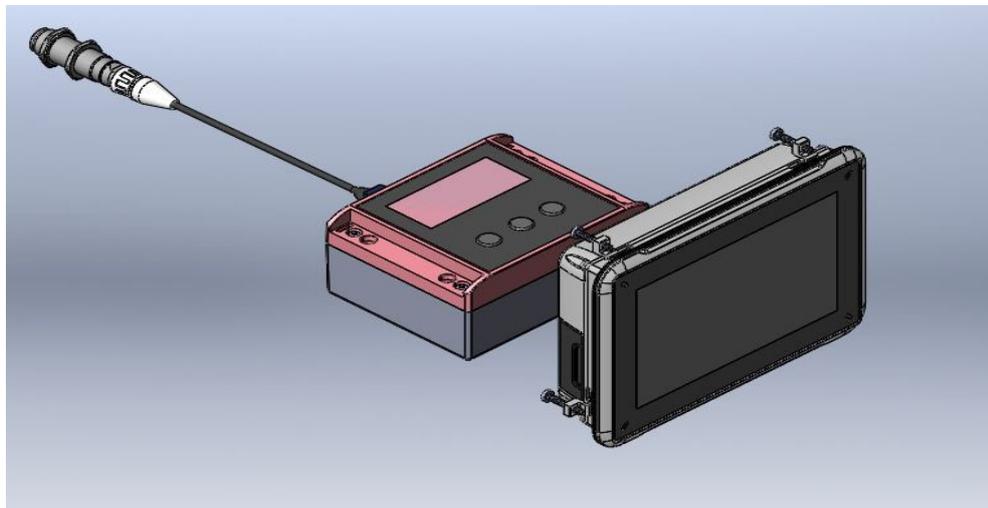


Рисунок 1- Парковочный радар

ПОРТАТИВНОЕ УСТРОЙСТВО ВАДИМА КАРУЛИНА  
Студент гр. 11303113 Карулин В.Д.

Портативное устройство Вадима Карулина (ПУВК) представляет собой устройство для оценки и сравнения скорости реакции, краткосрочной памяти, концентрации и т.д. человека. Имея разные показатели в одних и тех же тестах можно составить примерное понятие о возможностях человека.



Целью данной работы являлась разработка конструкции ПУВК.

В результате выполнения данной работы были разработаны технические требования к конструкции.

Произведён выбор материалов в соответствии с климатическим исполнением О2. В качестве материала элементов конструкции выбран АБС-пластик марки ABS 1534.

Для обеспечения степени защиты конструкции IP в конструкции использованы пленочная панель и уплотнительный элемент. Уплотнительный элемент изготовлен из силиконовой резины марки ИРП-1265 НТА.

Для обеспечения усилия затяжки уплотнительного элемента были разработаны резьбовые втулки, которые заформовываются в основание. Для противодействия коррозии материалом для втулки служит бронза БрАЖ9-4

Произведены расчеты усилия затяжки уплотнительного элемента и вибропрочности печатной платы. Усилие затяжки уплотнительного  $P_{сж} = 139$  Н. Условие вибропрочности выполняется при максимальной перегрузке 1,5 и максимальной частоте вибрации 80 Гц.

В ходе работы были разработаны твердотельная модель конструкции, сборочный чертеж конструкции и рабочие чертежи деталей (основания, втулки, крышки, плёночной панели, уплотнения, крепления).

Твердотельная модель ПУВК (рисунок 1) разработана при помощи системы автоматического проектирования «SolidWorks 2015». Рабочие чертежи корпуса и сборочный чертеж конструкции разработаны при помощи системы автоматического проектирования «AutoCad 2016».

Таким образом, в ходе выполнения работы выполнены все технические требования к конструкции и разработана вся необходимая документация.



Рисунок 1 – Твердотельная модель ПУВК

## СПЕКТРОФОТОМЕТР

Студентка группы 11312113 Бернацкая М.Д.

### Спектрофотометры

Спектрофотометры широко применяются для качественного и количественного исследования спектрального состава света, излучаемого, поглощаемого, отражаемого или рассеиваемого веществом. Эти исследования позволяют изучить



свойства исследуемого вещества, его химический состав и характер физических процессов, связанных с излучением или взаимодействием света с веществом. Спектрофотометр предназначен для исследования спектрального состава по длинам волн электромагнитных излучений в оптическом диапазоне.

Назначением разработки является проведение природоохранных и гигиенических проб; измерение коэффициентов оптической плотности прозрачных растворов и твердых тел; определение спектральных свойств раствора.

Целью данной работы является разработка конструкции спектрофотометра, предназначенный для работы в климатические условия – УХЛ 3 и степенью защиты конструкции IP33, а также выбор оптимальных конструкционных материалов.

При выполнении данной работы было разработано техническое задание, выбраны материалы, имеющие свойства, обеспечивающие эксплуатацию в заданных климатическому условиях. Конструкция сохраняет работоспособность в диапазоне температур  $-10.+40$  °С.

Для обеспечения требуемой степени защиты в качестве лицевой панели используется пленочная панель. Также, для обеспечения требований герметизации предусмотрено наличие резиновой прокладки уплотнения.

Требуемая степень защиты конструкции обеспечивается применением прокладки уплотнения на поверхности соединения корпусных частей.

Для обеспечения требуемого усилия затяжки предусмотрено наличие заформованных в корпус металлических резьбовых втулок.

В процессе разработки были выбраны материалы для изготовления деталей конструкции. Выбор материала осуществлялся на основе анализа функционального состава конструкции, условий эксплуатации и технологических показателей.

В процессе выполнения работы был выполнен расчет силы затяжки уплотнительного элемента, которая составляет  $F = 448 \text{ Н}$ .

Рассчитана минимальная толщина стенки корпуса  $h = 0,8 \text{ мм}$ .

С помощью САПР SolidWorks 2016 разработаны рабочие чертежи корпуса, детали для крепления линзы, пленочной панели, заглушек для разъемов USB и преобразователя, и сборочного чертежа. В САПР SolidWorks 2016 выполнена твердотельная модель спектрофотометра (рисунок 1).

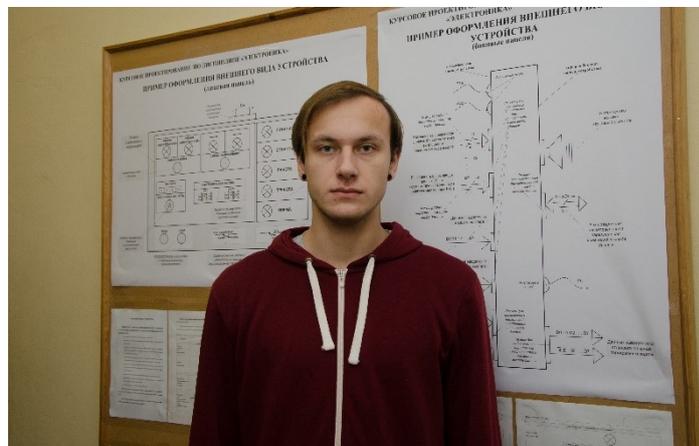


Рисунок 1- Спектрофотометр портативный

ТЮНЕР-МЕТРОНОМ ТМ-40  
Студент гр. 11303113 Тушинский Н.А.

Тюнер-метроном

применяется в настройке музыкальных инструментов, посредством определения и воспроизведения частоты звука, сравнение частоты звука с заданным эталоном, а также воспроизведение звука в заданный промежуток времени.



Целью данной работы являлась разработка конструкции тюнера-метронома, измеряющего и воспроизводящего частоту звука. В данной работе было разработано техническое задание, произведен выбор материалов конструкции.

Выбор материалов осуществлялся на основании условий эксплуатации (степень защиты IP23, климатическое исполнение В5. Используемый материал для корпуса: поликарбонат марки Polynex. Выбор данного материала позволил разработать конструкцию корпуса с минимально возможной массой.

Для обеспечения герметичности конструкции применяется прокладка уплотнения. В качестве материала для уплотнительного элемента выбрана силиконовая резина марки ИРП–1265 НТА. Посредством расчетов была определена сила затяжки уплотнительного элемента:  $P_{сж} = 120,3Н$ . Для обеспечения усилия сжатия уплотнительного элемента используются резьбовые втулка, заформованные в корпус тюнера.

В качестве элемента управления использована гибкая пленочная панель с мембранными кнопками.

Определена величина вибропрочности печатной платы: плата выдерживает максимальную перегрузку при вибрации равной 1,5, при максимальной частоте вибрации 80 Гц.

Твердотельная модель тюнера-метронома разработана при помощи системы твердотельного моделирования «SolidWorks 2015». Твердотельная модель конструкции представлена на рисунке 1.

Разработаны рабочие чертежи основания, крышки, уплотнительного элемента, пленочной панели, сборочный чертеж конструкции при помощи системы автоматического проектирования «AutoCAD 2016». Создана презентация данной работы при помощи «Microsoft Office PowerPoint 2010».

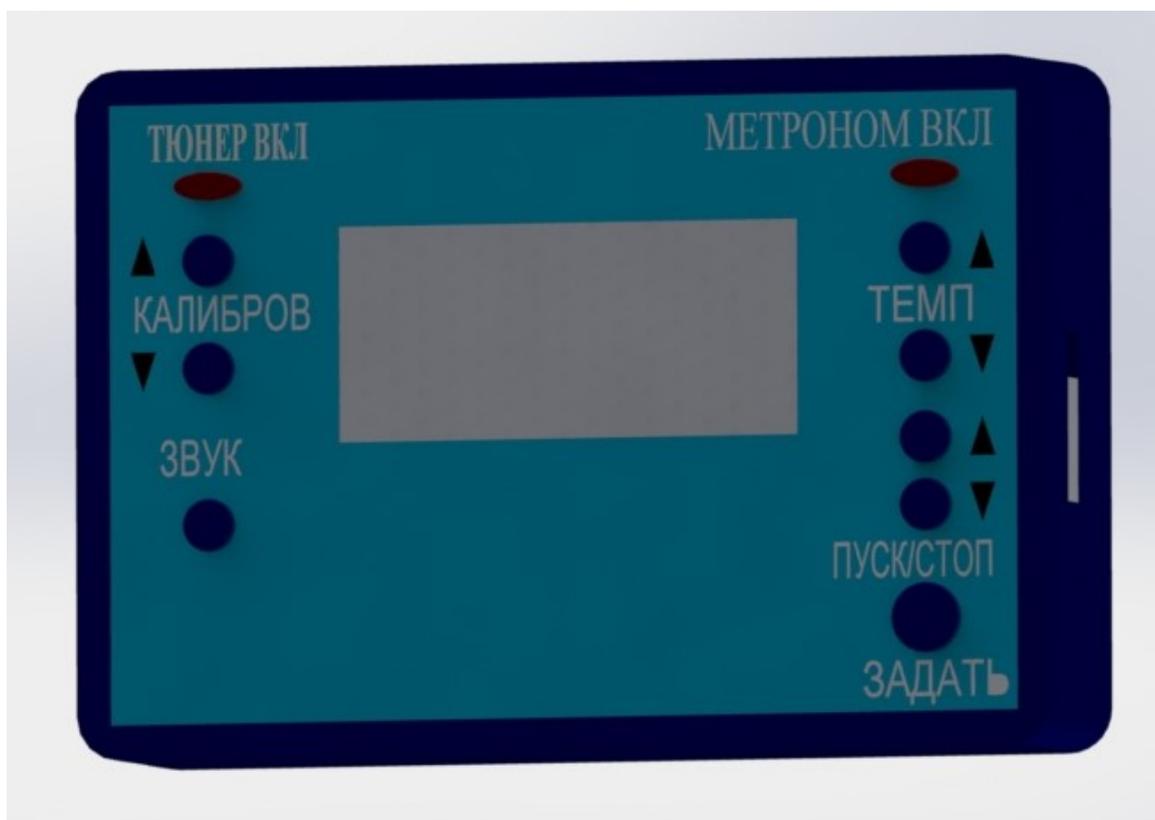
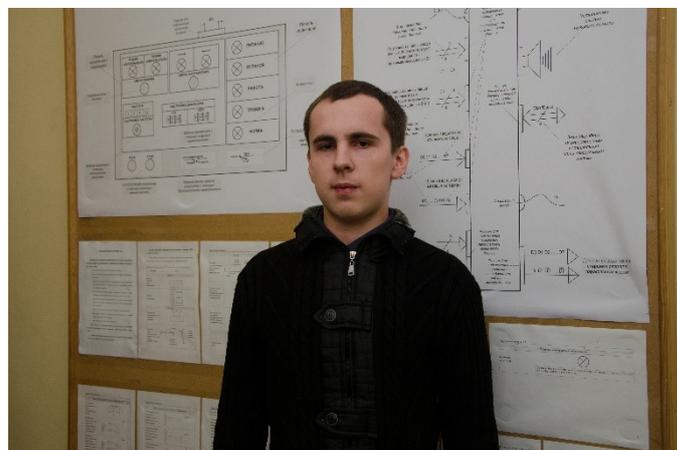


Рисунок 1 – Твердотельная модель тюнера-метронома

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР

Студент гр. 11303113 Савеня П.С.

Ультразвуковой толщиномер предназначен для измерения толщины стенок труб, котлов, сосудов, обшивок судов, литья, листового проката и других изделий из чёрных и цветных металлов с гладкими или грубыми и корродированными поверхностями.



Целью данной работы являлась разработка конструкции ультразвукового толщиномера.

В данной работе было разработано техническое задание. Произведен выбор материалов конструкции. Произведены расчеты усилия затяжки уплотнительного элемента и вибропрочность печатной платы.

Оптимальный выбор материалов осуществлялся на основании условий эксплуатации (степень защиты IP45, климатическое исполнение МЗ). Используемый материал для корпуса: АБС – пластик марки ABS 1534.

В соответствии с требованием герметизации корпуса использованы пленочная панель и уплотнительный элемент. Уплотнительный элемент изготовлен из силиконовой резины марки ИРП-1265 НТА.

Произведены расчеты усилия затяжки уплотнительного элемента и вибропрочности печатной платы. Усилие затяжки уплотнительного  $P_{сж} = 58 \text{ Н}$ . Условие вибропрочности выполняется при максимальной перегрузке 1,5 и максимальной частоте вибрации 80 Гц.

Твердотельная модель ультразвукового толщиномера разработана при помощи системы твердотельного моделирования «SolidWorks 2015». Твердотельная модель конструкции изображена на рисунке 1.

Разработаны рабочие чертежи основания, крышки, уплотнительного элемента, пленочной панели, сборочный чертеж конструкции при помощи системы автоматического проектирования «AutoCAD 2016». Создана презентация данной работы при помощи «Microsoft Office PowerPoint 2010».



Рисунок 1 – Твёрдотельная модель ультразвукового толщиномера

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР ИС-16

Студентка гр. 11312113 Михалкова И. С.

Ультразвуковые толщиномеры предназначены для контроля и измерения толщины покрытий, и как правило оснащены дополнительным программным обеспечением для измерения толщин различных материалов.

Целью данной работы является разработка конструкции



ультразвукового толщиномера климатического исполнения О1 и степенью защиты конструкции IP 67.

Было разработано техническое задание, выбраны материалы конструкции, обеспечивающие надежную эксплуатацию ультразвукового толщиномера в заданных условиях эксплуатации.

Герметичность толщиномера была обеспечена за счет уплотнительного элемента из силиконовой резины марки ИРП-1265 НТА, так как в требуемых условиях эксплуатации свойства материала наиболее устойчивы. Для обеспечения рабочей функции конструкции и противостоянию действию климатических и механических факторов в качестве материала крышки и корпуса конструкции ультразвукового толщиномера был выбран АБС-пластик SD-0150.

Для обеспечения герметизации, пылезащитной и влагонепроницаемости конструкции ультразвукового толщиномера ИС-16, в качестве панели управления была выбрана пленочная панель.

Произведены расчеты усилия затяжки уплотнительного элемента и толщина стенки корпуса. Для обеспечения требуемого водо- и пылезащитного уплотнения необходимо обеспечить усилие сжатия 870Н.

Проведенные расчеты толщины стенки корпуса показали, что минимальная толщина стенок корпуса равна должна быть не менее 2 мм.

С использованием системы автоматизированного проектирования AutoCAD были выполнены сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей. Разработана трехмерная модель изделия (рисунок1) при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks.



Рисунок.1 – Трехмерная модель ультразвукового толщиномера

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОЛЩИНОМЕР НА-95 Студентка гр. 11312113 Наумова А. Г.

Ультразвуковой толщиномер предназначен для осуществления точных измерений толщины изделий, подверженных внутренней коррозии или эрозии.

Целью данной работы является разработка конструкции ультразвукового толщиномера НА-95 в соответствии с требованиями к защите

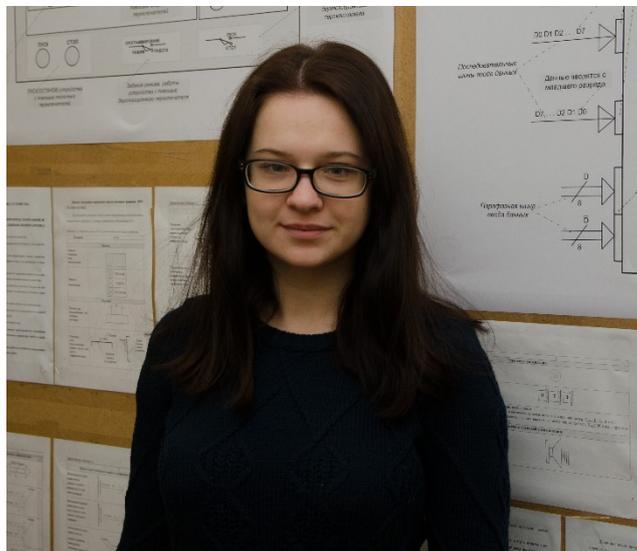
конструкции IP 45 и климатическим исполнением В2 и разработка конструкторской документации.

Было разработано техническое задание и определены материалы конструкции, обеспечивающие надежную эксплуатацию ультразвукового толщиномера в заданных условиях эксплуатации.

Герметичность толщиномера была обеспечена за счет уплотнительного элемента из силиконовой резины марки ИРП-1266 НТА, который устанавливается между частями корпуса. Для обеспечения рабочей функции конструкции и противостоянию действию климатических и механических факторов в качестве материала крышки и корпуса конструкции ультразвукового толщиномера был выбран АБС-пластик SD-0150.

Для обеспечения герметизации в качестве панели управления применяется плёночная лицевая панель.

Произведены расчеты величины усилия затяжки уплотнительного элемента и толщины стенки корпуса.



В соответствии с расчетами усилие затяжки уплотнительного элемента, для обеспечения нормального водо- и пылезащитного уплотнения должно составлять не менее 356Н.

Проведенные расчеты толщины стенки корпуса показали, что минимальная толщина стенок корпуса должна быть не менее 2 мм.

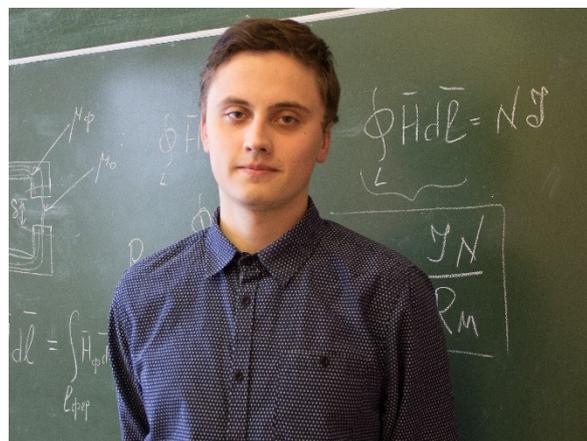
С использованием системы автоматизированного проектирования AutoCAD были выполнены сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей. Разработана трехмерная модель изделия (рисунок 1) при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks.



Рисунок.1 – Твёрдотельная модель ультразвукового толщиномера НА-95

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ БЛЕСКОМЕР  
Студент группы 11312113 Корнюшко С.П.

Блеск покрытия, как и цвет, напрямую зависит от свойств и качества самого покрытия и режима его отверждения. Измерение блеска необходимо, чтобы отслеживать равномерность (однородность), совместимость или возможное ухудшение состояния, износ любого блестящего защитного покрытия.



Фотоэлектрический блескомер предназначен для измерения блеска направленного светового потока поверхности лакокрасочных, эмалированных покрытий и других поверхностей. Область применения: все области промышленности, где применяются или выпускаются изделия с лакокрасочными, эмалированными и другими покрытиями.

В процессе разработки были выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции, соответствующие условиям эксплуатации (климатическое исполнение УХЛ 3 и степень защиты оболочки IP 34). Основание и крышка корпуса изготавливаются из АБС-пластика SD-0150, который характеризуется высокой прочностью, стойкостью к ударным нагрузкам, имеет малую плотность по сравнению с другими конструкционными термопластами.

С целью обеспечения повышенной износостойкости, гигиеничности и устойчивости к длительным истирающим нагрузкам предусматривается нанесение на конструкцию покрытия “Софт тач”.

Для обеспечения герметизации между основанием и крышкой устанавливается резиновый уплотнитель, изготовленный из силиконовой резины ИРП 1266.

В качестве лицевой панели используется гибкая плёночная панель с клавиатурой. Использование плёночной панели обеспечивает достаточную герметизацию устройства.

Для обеспечения необходимой силы затяжки резинового уплотнителя в крышку прибора заформовываются 4 втулки.

Для обеспечения ремонтпригодности основание и крышка фиксируются четырьмя винтами  $M2 \times 3.9g \times 20$ .

Для коммутации с внешними устройствами предусмотрен интерфейс USB, герметизированный уплотнителем, выполненный из силиконовой резины ИРП 1266.

Разработана твердотельная модель фотоэлектрического блескомера при помощи САПР SolidWorks 2016. Рабочие чертежи основания, втулки, крышки, уплотнителя и сборочный чертеж конструкции разработаны при помощи САПР AutoCAD 2016. Сделана презентация данной работы с помощью PowerPoint. Сделана видео сборка при помощи САПР SolidWorks 2016.

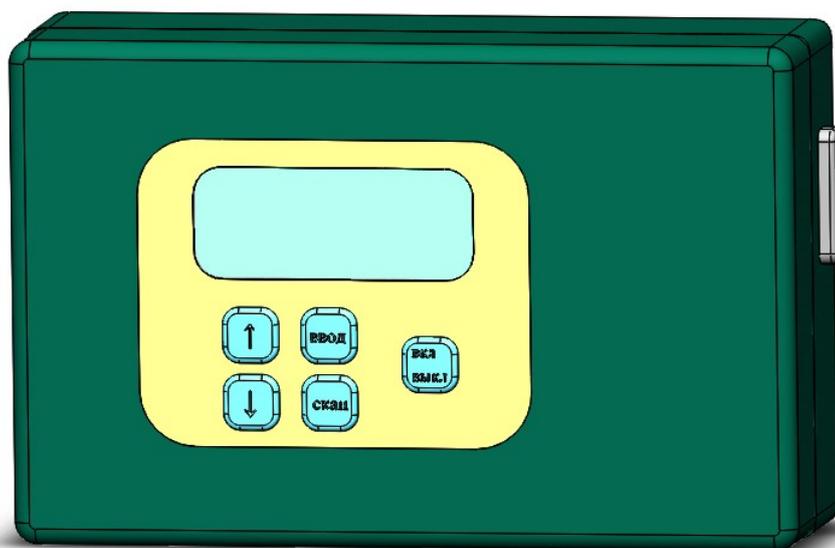


Рисунок 1 – Твердотельная модель фотоэлектрического блескомера

## ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

Студент гр.11303113 Микитевич В.А.

Цифровой осциллограф предназначен для визуального наблюдения формы электрических сигналов и измерения их параметров, таких как амплитуда и период.

Целью работы являлось разработка твердотельной модели цифрового осциллографа, сборочного чертежа, рабочих чертежей деталей (корпус, крышка, уплотнительный элемент, пленочная панель, втулка), выбор материалов, расчет усилия затяжки уплотнительного элемента и вибропрочности печатной платы.



В процессе выполнения работы разработана конструкция цифрового осциллографа (рисунок 1). Для обеспечения степени защиты IP67 использована прокладка уплотнения. На лицевой панели расположена клавиатурная пленочная панель, которая позволяет защитить жидкокристаллический дисплей и придать конструкции эстетичный вид. Для соединения с компьютером используется разъем USB. Питание осуществляется от аккумуляторной батареи.

Посредством расчетов определены значения силы сжатия уплотнительного элемента (160 Н), минимальный диаметр крепёжных винтов (1,7 мм), собственная частота колебания печатной платы (9666 Гц). Расчетным способом подтверждена вибропрочность печатной платы при частоте 80 Гц и величине перегрузки 50.

При помощи системы твердотельного проектирования SolidWorks разработана твердотельная модель цифрового осциллографа, сборочный и рабочий чертежи деталей.

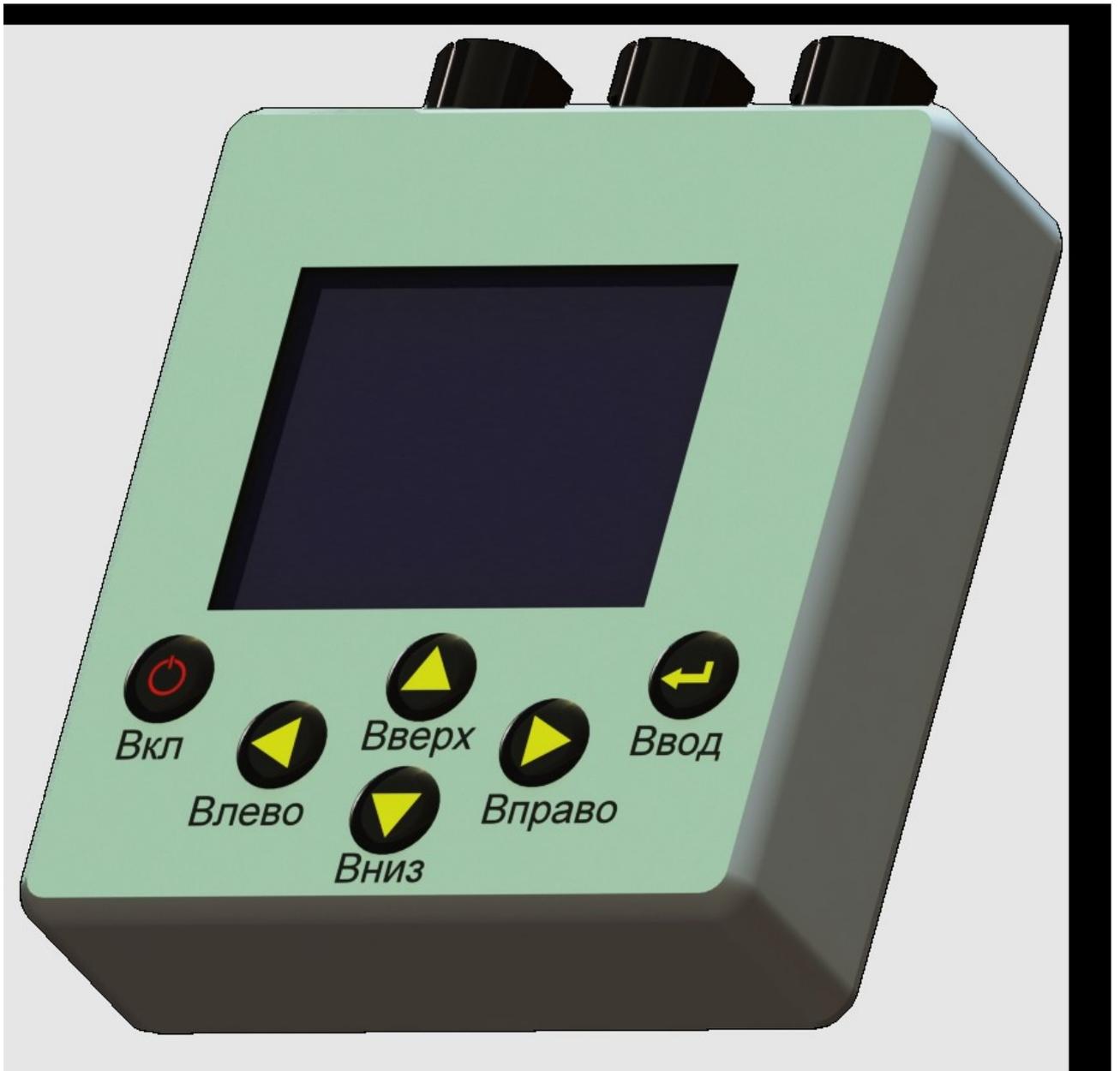


Рисунок 1 – Цифровой осциллограф

## ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР С ВЫНОСНЫМ ДАТЧИКОМ

Студентка гр. 11312113 Лапшевич Н.Б.

Термометр предназначен для измерения температуры различных объектов и сред.

Принцип действия термометра заключается в том, что это устройство устанавливается в непосредственной близости от контролируемого объекта.

При этом измеритель температуры



обязательно снабжаются точным термодатчиком, который постоянно измеряет температуру воздуха около приборов и снабжает ей терморегулирующее устройство.

Целью данной работы являлась разработка конструкции цифрового термометра с выносным датчиком для проведения контроля температуры различных сред в полевых условиях.

Разработано техническое задание на проведение конструирования цифрового термометра с выносным датчиком.

Для обеспечения требуемой степени защиты IP 66 в качестве лицевой панели используется пленочная панель, а между частями корпуса устанавливается резиновая прокладка уплотнения. В результате расчетов было определено усилие затяжки уплотнительного элемента  $F=820\text{Н}$ . Требуемое усилие затяжки обеспечивается наличием заформованных в корпус резьбовых втулок.

Для обеспечения работы конструкции в требуемых климатических условиях ТВ1 были выбраны оптимальные конструкционные материалы. Выбор материалов осуществлялся на основе анализа функционального состава конструкции, условий эксплуатации и технологических показателей, также они

должны обеспечить надежную работу устройства в течение всего периода эксплуатации, что составляет не менее 7500 часов.

При помощи расчётов была определена минимальная толщина стенки корпуса  $h=0.8$  мм.

Разработана твердотельная модель ультразвукового твердомера (рисунок 1) рабочие чертежи корпуса, резьбовой втулки, и сборочный чертеж конструкции разработаны при помощи САПР SolidWorks 2013.

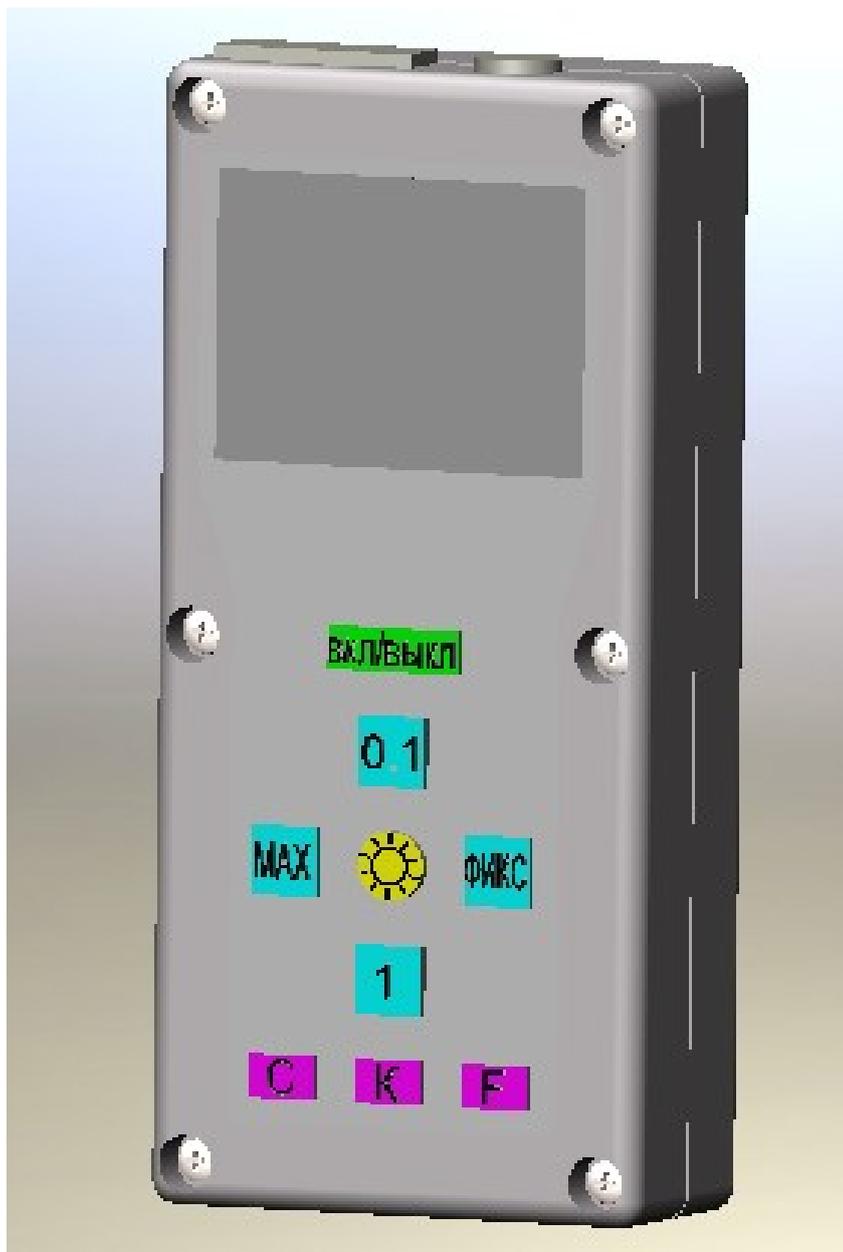


Рисунок 1 – Твердотельная модель цифрового термометра с выносным датчиком

## ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ АДГЕЗИИ

Студент гр. 11303113 Довнар А.С.

Адгезиметры предназначены для измерения прочности сцепления керамической плитки, фактурных покрытий, штукатурки, защитных, лакокрасочных покрытий. Применяются на объектах строительства, предприятиях стройиндустрии, в мебельном, деревообрабатывающем и лакокрасочном производстве, а также при обследовании и реконструкции зданий и сооружений.



Целью данной работы является разработка конструкции электронного блока управления устройства измерения адгезии и его составных частей.

Было разработано техническое задание на конструирование электронного блока устройства измерения адгезии климатического исполнения УХЛ1 и степенью защиты IP 66.

В процессе выполнения проекта были выбраны материалы, из которых изготавливаются детали конструкции, приняты конструктивные и технические решения, обеспечивающие эксплуатацию конструкции в заданных условиях. Основание и крышка корпуса изготавливаются из АБС - пластика 2020-32. Винты, которые скрепляют крышку и основание, а также на которых крепится к основанию печатная плата выполнены из углеродистой стали 3кп с цинковым покрытием толщиной 6 мкм.

Определена необходимая сила сжатия уплотняющей резиновой прокладки, которая составляет 824 Н. Произведены расчеты вибропрочности печатной платы. Были получены следующие результаты: максимальное динамическое напряжение изгиба печатной платы составляет 0,406 МПа, допускаемые напряжения для платы равны 52,5 МПа.

В результате выполнения данной работы разработана конструкция корпуса электронного блока устройства измерения адгезии.

Разработаны твердотельная модель электронного блока устройства измерения адгезии при помощи SolidWorks 2015; рабочие чертежи крышки, основания, прокладки уплотнения, втулки, пленочная панель и сборочный чертеж конструкции при помощи AutoCAD Mechanical 2016; выполнена презентация данной работы в PowerPoint.

Требования технического задания выполнены полностью.



Рисунок 1 – Твердотельная модель электронного блока устройства измерения адгезии,

Научное издание

# **ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

Материалы докладов

72-й студенческой научно-технической конференции БНТУ

г. Минск, Республика Беларусь

24 – 25 мая 2016 г.

Компьютерная вёрстка А.С. Довнар



БЕЛАРУСКІ НАЦЫЯНАЛЬНЫ ТЭХНІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ