

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«Датчики систем управления»

Специальность
24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами»

Специализация
Приборы систем управления летательных аппаратов

Уровень высшего образования
Специалитет

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очно-заочная

Рязань

1. ПЛАНЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1 Резистивные и гальванические датчики температуры

Цель работы: ознакомление с основными классами и принципами работы датчиков температуры; изучение работы термисторных, термопарных и полупроводниковых (на основе p-n-перехода) датчиков температуры, их простая косвенная градуировка.

Задание

Используя экспериментальные данные:

- 1) определить начальное сопротивление термистора R_T , измерив его ВАХ при 20 °С;
- 2) измерить зависимости $R(T)$, $E(T)$ для термистора и термопары соответственно;
- 3) рассчитать коэффициент нелинейности и чувствительность термистора и термопары в заданном температурном диапазоне.

Рекомендуемая литература:

1. Линевиц Ф. Измерение температуры в технике: справочник. М.: Металлургия, 1980. 549 с.
2. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. М. : Техносфера, 2012. 624 с. 978-5-94836-316-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>.
3. Архипов, А.М. Датчики Freescale Semiconductor [Электронный ресурс] / А.М. Архипов, В.С. Иванов, Д.И. Панфилов. Электрон. дан. Москва: ДМК Пресс, 2010. 184 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60998>.

Лабораторная работа № 2 Тензодатчик

Цель работы: изучение тензоэффекта в металлах и полупроводниках и принципов работы тензопреобразователей на основе тензорезистивного эффекта; измерение переходной характеристики тензорезистора.

Задание

Используя экспериментальные данные:

- 1) произвести балансировку измерительного моста Уитстона с помощью подстроенного резистора;
- 2) измерить передаточную характеристику тензорезистора;
- 3) рассчитать коэффициент нелинейности и чувствительность тензорезистора в заданном диапазоне деформаций на одноосное растяжение (сжатие).

Рекомендуемая литература:

1. Аш Ж. и др. Датчики измерительных систем: в 2-х кн.: пер. с франц. М.: Мир, 1992. 480 с.
2. Нуберт Т.П. Измерительные преобразователи неэлектрических величин. Л.: Энергия, 1970. 360 с.
3. Физико-технические основы микро- и наноустройств [Электронный ресурс] : учебное пособие / — Электрон. текстовые данные. — Самара: РЕАВИЗ, 2010. — 60 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10148.html>.
4. Васечкин, Ю. С. Датчики информации летательных аппаратов : учебное пособие / Ю. С. Васечкин, Ю. Г. Оболенский. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 56 с. — ISBN 978-5-7038-3143-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/61985> (дата обращения: 27.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Лабораторная работа № 3 **Датчики магнитного поля. Датчик Холла**

Цель работы: Изучение эффекта Холла и других гальваномагнитных и магниторезистивных эффектов для измерения индукции магнитного поля; исследование зависимости ЭДС Холла от индукции магнитного поля соленоида.

Задание

Используя экспериментальные данные:

1) вычислить индукцию магнитного поля B для заданных значений $U_{\text{вх}}$ на обмотках соленоида;

2) вычислить значение ЭДС Холла;

3) вычислить постоянную Холла R_H ;

4) построить график передаточной характеристики;

5)

Рекомендуемая литература:

1. Аш Ж. и др. Датчики измерительных систем: в 2-х кн.: пер. с франц. М.: Мир, 1992. 480 с.

2. Елизарян Г.А., Стафеев В.И. Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение. М.: Радио и связь, 1987. 88 с.

3. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. Электрон. текстовые данные. М. : Техносфера, 2012. 624 с. 978-5-94836-316-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>.

Лабораторная работа № 4 **Пороговые датчики температуры**

Цель работы: изучение принципов работы приборов с отрицательным дифференциальным сопротивлением, экспериментальные исследования зависимости их характеристик от температуры, освоение методики работы с приборами-измерителями параметров полупроводниковых приборов.

Задание

Используя исходные данные:

1) изучить основы эксплуатации измерительного прибора Л2–56;

2) получить ВАХ полупроводникового прибора с отрицательным дифференциальным сопротивлением (ОДС);

3) измерить температурную зависимость напряжения срыва полупроводникового прибора с ОДС.

4) построить график передаточной характеристики;

5) рассчитать коэффициент нелинейности и чувствительность полупроводникового прибора с ОДС в заданном температурном диапазоне.

Рекомендуемая литература:

1. Викулин И.М, Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1990. 224 с.

2. Борисов Ю. П., Пенин П. И. Основы многоканальной передачи информации. М.: Связь, 1967. С. 222 - 230.

3. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. Электрон.

текстовые данные. М.: Техносфера, 2012. 624 с. 978-5-94836-316-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>.

Лабораторная работа № 5 Пирозлектрический датчик

Цель работы: изучение свойств пирозлектрических материалов; градуировка пирозлектрического датчика и измерение с его помощью температуры нагретого тела.

Задание

Используя экспериментальные данные:

- 1) провести калибровку пирозлектрического датчика МГ-30 по показаниям эталонной термопары;
- 2) построить график передаточной характеристики;
- 3) рассчитать коэффициент нелинейности и чувствительность полупроводникового прибора с ОДС заданном температурном диапазоне;
- 4) определить температуру нагретого тела по градуировочной кривой;
- 5) оценить погрешность измерения температуры тела калиброванным пиродатчиком.

Рекомендуемая литература:

1. Новик В.К., Гаврилова Н.Д., Фельдман Н.Б. Пирозлектрические преобразователи. М.: Сов. радио, 1979. 166 с.
2. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. М: Техносфера, 2007. 384 с.
3. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник/ Пер. с англ. М.: Техносфера. 2006. 592 с.
4. Марукович Е.И. Бесконтактная термометрия [Электронный ресурс] / Е.И. Марукович, А.П. Марков, С.С. Сергеев. Электрон. текстовые данные. Минск: Белорусская наука, 2014. 252 с. 978-985-08-1681-8. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29421.html>;
5. Легкий В.Н. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения [Электронный ресурс]: учебник / В.Н. Легкий, Б.В. Галун, О.В. Санков. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. 455 с. 978-5-7782-1777-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47705.html>.

Лабораторная работа № 6 Интегральные датчики

Цель работы: изучение принципов снижения нелинейных погрешностей в интегральных датчиках физических величин; измерение передаточной характеристики транзисторного и интегрального датчиков температуры (давления).

Задание

Используя исходные данные:

- 1) изучить принципы снижения нелинейных погрешностей в интегральных датчиках физических величин;
- 2) на основе экспериментальных данных построить графики передаточных характеристик транзисторного и интегрального датчиков температуры;
- 3) рассчитать коэффициент нелинейности и чувствительность транзисторного и интегрального датчиков температуры в заданном температурном диапазоне.

Рекомендуемая литература:

1. Аш Ж. и др. Датчики измерительных систем: в 2-х кн.: пер. с франц. М.: Мир, 1992. 480 с.
2. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. Электрон.

текстовые данные. М.: Техносфера, 2012. 624 с. 978-5-94836-316-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>.

3. Войтович, И.Д. Интеллектуальные сенсоры [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.Д. Войтович, В.М. Корсунский. Электрон. дан. М.: 2016. 1164 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100608>.

Лабораторная работа № 7 Терморезистивный анемометр

Цель работы: изучение принципов измерения скорости потока (расхода) жидкостей и газов (анемометрия/расходомерия), исследование работы терморезистивного анемометра.

Задание

Используя исходные данные:

- 1) изучить принципы измерения скорости потока (расхода) жидкостей и газов;
- 2) произвести балансировку измерительного моста Уитстона с помощью подстроенного резистора;
- 3) измерить передаточную характеристику терморезистивного анемометра на основе термистора с косвенным подогревом;
- 4) рассчитать коэффициент нелинейности и чувствительность терморезистивного анемометра на основе термистора с косвенным подогревом в заданном диапазоне скорости потока.

Рекомендуемая литература:

1. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. Электрон. текстовые данные. М.: Техносфера, 2012. 624 с. 978-5-94836-316-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>.

2. Виглеб Г. Датчики: устройство и применение: пер. с нем. М.: Мир, 1989. 196 с.

3. Аш Ж. и др. Датчики измерительных систем: в 2-х кн.: пер. с франц. М.: Мир, 1992. 480 с.

4. Электроакустические преобразователи [Электронный ресурс] / В.М. Шарапов [и др.]. Электрон. текстовые данные. М.: Техносфера, 2013. 296 с. 978-5-94836-357-8. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31881.html>.

5. Васечкин, Ю. С. Датчики информации летательных аппаратов : учебное пособие / Ю. С. Васечкин, Ю. Г. Оболенский. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 56 с. ISBN 978-5-7038-3143-4. Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/61985> (дата обращения: 27.01.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

Лабораторная работа № 8 Акустический датчик

Цель работы: изучение принципов измерения акустического давления; измерения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) акустического датчика.

Задание

Используя исходные данные:

- 1) изучить принципы измерения акустического давления;
- 2) используя экспериментальные данные построить график АЧХ акустического преобразователя;
- 3) оценить погрешности измерения АЧХ с учетом характеристик излучателя звука.

Рекомендуемая литература:

1. Васечкин, Ю. С. Датчики информации летательных аппаратов : учебное пособие / Ю. С. Васечкин, Ю. Г. Оболенский. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 56 с. ISBN 978-5-7038-3143-4. Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/61985> (дата обращения: 27.01.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Электроакустические преобразователи [Электронный ресурс] / В.М. Шарапов [и др.]. Электрон. текстовые данные. М. : Техносфера, 2013. 296 с. 978-5-94836-357-8. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31881.html>.
3. Аш Ж. и др. Датчики измерительных систем: в 2-х кн.: пер. с франц. М.: Мир, 1992. 480 с.
4. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие / В.М. Шарапов [и др.]. Электрон. текстовые данные. М.: Техносфера, 2012. 624 с. 978-5-94836-316-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Перед началом изучения дисциплины студенту необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале РГРТУ и сайте кафедры.

Методические рекомендации студентам по работе над конспектом лекции

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

Перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Во время лекции студенты должны не только внимательно воспринимать действия преподавателя, но и самостоятельно мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т. д.), которые использует преподаватель.

Слушая лекцию, нужно из всего получаемого материала выбирать и записывать самое главное. Следует знать, что главные положения лекции преподаватель обычно выделяет интонацией или повторяет несколько раз. Именно поэтому предварительная подготовка к лекции позволит студенту уловить тот момент, когда следует перейти к конспектированию, а когда можно просто внимательно слушать лекцию. В связи с этим нелишне перед началом лекции еще раз бегло просмотреть учебники или прежние конспекты по изучаемым предметам. Это станет первичным знакомством с тем материалом, который прозвучит на лекции, а также создаст необходимый психологический настрой.

Чтобы правильно и быстро конспектировать лекцию важно учитывать, что способы подачи лекционного материала могут быть разными. Преподаватель может диктовать материал, или рассказывать его, не давая ничего под запись, или проводить занятие в форме диалога со студентами. Чаще всего можно наблюдать соединение двух или трех вышеназванных способов.

Эффективность конспектирования зависит от умения владеть правильной методикой записи лекции. Конечно, способы конспектирования у каждого человека индивидуальны. Однако существуют некоторые наиболее употребляемые и целесообразные приемы записи лекционного материала.

Запись лекции можно вести в виде тезисов – коротких, простых предложений, фиксирующих только основное содержание материала. Количество и краткость тезисов может определяться как преподавателем, так и студентом. Естественно, что такая запись лекции требует впоследствии обращения к дополнительной литературе. На отдельные лекции можно приносить соответствующий иллюстративный материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции.

Кроме тезисов важно записывать примеры, доказательства, даты и цифры. Значительно облегчают понимание лекции те схемы и графики, которыми преподаватель иллюстрирует теоретический материал. По мере возможности студенты должны переносить их в тетрадь рядом с тем текстом, к которому эти схемы и графики относятся.

Хорошо если конспект лекции дополняется собственными мыслями, суждениями, вопросами, возникающими в ходе прослушивания содержания лекции. Те вопросы, которые возникают у студента при конспектировании лекции, не всегда целесообразно задавать сразу при их возникновении, чтобы не нарушить ход рассуждений преподавателя. Студент может попытаться ответить на них сам в процессе подготовки к практическим занятиям либо обсудить их с преподавателем на консультации.

Важно и то, как будет расположен материал в лекции. Если запись тезисов ведется по всей строке, то целесообразно отделять их время от времени красной строкой или пропуском строки. Примеры же и дополнительные сведения можно смещать вправо или влево под тезисом, а также на поля. В тетради нужно выделять темы лекций, записывать рекомендуемую для самостоятельной подготовки литературу, внести фамилию, имя и отчество преподавателя. Наличие полей в тетради позволяет не только получить «ровный» текст, но и дает возможность при необходимости вставить важные дополнения и изменения в конспект лекции.

При составлении конспектов необходимо использовать избыточность русского языка, сокращая слова. Так в процессе совершенствования навыков конспектирования лекций важно выработать индивидуальную систему записи материала, научиться рационально сокращать слова и отдельные словосочетания.

Практика показывает, что не всегда студенту удается успевать записывать слова лектора даже при использовании приемов сокращения слов. В этом случае допустимо обратиться к лектору с просьбой повторить сказанное. При обращении важно четко сформулировать просьбу, указать какой отрывок необходимо воспроизвести еще раз. Однако не всегда удобно прерывать ход лекции. В этом случае можно оставить пропуск, и после лекции устранить его при помощи конспекта соседа. Важно сделать это в короткий срок, пока свежа память о воспринятой на лекции информации.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее следует прочитать

материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов позволяет самостоятельно изучить особенности свойств ряда материалов и применения их в электронной технике, которые не рассмотрены во время лекций и лабораторных занятий. Кроме того, рабочая программа предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к лабораторным работам и практическим занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обычно преподаватель напоминает, какой ранее изученный материал и в какой степени требуется подготовить к очередному занятию. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.

Методические рекомендации студентам по работе с литературой

В рабочей программе дисциплины для каждого раздела и темы дисциплины указывается основная и дополнительная литература, позволяющая более глубоко изучить данный вопрос. Обычно список всей рекомендуемой литературы преподаватель озвучивает на первой лекции или дает ссылки на ее местонахождение (на образовательном портале РГРТУ, на сайте кафедры и т. д.).

При работе с рекомендуемой литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала лучше прочитать заданный текст в быстром темпе. Цель такого чтения заключается в том, чтобы создать общее представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом.

Чтение приносит пользу и становится продуктивным, когда сопровождается записями. Это может быть составление плана прочитанного текста, тезисы или выписки, конспектирование и др. Выбор вида записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним. Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

План – это схема прочитанного материала, перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- план-конспект – это развернутый детализированный план, в котором по наиболее сложным вопросам даются подробные пояснения,
- текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника,
- свободный конспект – это четко и кратко изложенные основные положения в результате глубокого изучения материала, могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом,
- тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает ответ по изучаемому вопросу.

В процессе изучения материала источника и составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым и удобным для работы.

Методические рекомендации студентам по подготовке к лабораторным работам

Лабораторная работа — это форма организации учебного процесса, когда обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя самостоятельно проводят вычислительные расчеты и экспериментальные исследования на основе специально разработанных заданий.

Для проведения лабораторных работ используется вычислительная техника, которые размещаются в специально оборудованных учебных лабораториях. Перед началом цикла лабораторных работ преподаватель или другое ответственное лицо проводит с обучающимися инструктаж о правилах техники безопасности в данной лаборатории, после чего студенты расписываются в специальном журнале техники безопасности.

По каждой лабораторной работе разрабатываются методические указания по их проведению. Они используются обучающимися при выполнении лабораторной работы.

Применяются разные формы организации обучающихся на лабораторных работах: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется группами по 2-5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание. Выбор метода зависит от учебно-методической базы и задач курса.

Подготовка к лабораторной работе предполагает изучение лекционного материала по теме лабораторной работы и разделов «Краткие теоретические сведения» в методических указаниях к лабораторным работам (теоретическая подготовка) и проведение предварительных расчетов, необходимых для успешного выполнения лабораторной работы.

До начала лабораторной работы студент должен ознакомиться с теоретическими вопросами, которые будут изучаться или исследоваться в этой работе. Также необходимо познакомиться с принципами работы лабораторного оборудования, используемого в лабораторной работе. Перед началом лабораторной работы преподаватель может провести проверку знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания. По итогам этой проверки студент допускается или не допускается к данной работе. О такой исходной проверке преподаватель информирует студентов заранее. Также возможна ситуация, когда допуском к очередной лабораторной работе является своевременная сдача предыдущей лабораторной работы (или подготовка отчета по ней).

Во время лабораторной работы обучающиеся выполняют запланированное лабораторное задание. Все полученные результаты необходимо зафиксировать в черновике отчета или сохранить в электронном виде на сменном носителе.

Завершается лабораторная работа оформлением индивидуального отчета и его защитой перед преподавателем.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

- номер, название и цель работы;
- основные расчетные соотношения;
- таблицы результатов экспериментов, выполненные карандашом по линейке либо при помощи соответствующей компьютерной программы;
- графики экспериментальных зависимостей, полученных при выполнении лабораторной работы;
- выводы, содержащие анализ экспериментальных зависимостей, сравнение результатов, полученных в работе, с данными справочной литературы.

Перед выполнением лабораторной работы каждому студенту необходимо иметь полностью оформленный отчет о ранее выполненной работе и отчет о выполняемой работе, содержащий все перечисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

Приступая к работе в лаборатории студенту следует знать, что в отличие от других видов занятий, пропущенную или некачественно выполненную лабораторную работу нельзя отработать в любое время. Для этого существуют специальные дополнительные дни ликвидации учебных задолженностей. Поэтому пропускать лабораторную работу без уважительной причины крайне нежелательно.

При подготовке к лабораторным работам по дисциплине «Датчики систем управления» следует использовать литературу [1-8].

Методические рекомендации студентам по подготовке к теоретическому зачету

В конце каждого семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало. Поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра, при этом основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему (это добросовестное посещение занятий, выполнение в назначенный срок и активность на лабораторных занятиях).

При подготовке к теоретическому зачету студент должен повторить изученный в семестре материал и, в ходе повторения, обобщить его, сформировав цельное представление о нем.

Необходимо помнить, что промежутки между очередными зачетами и экзаменами обычно составляют всего несколько дней. Поэтому подготовку к ним нужно начинать заблаговременно в течение семестра. До наступления сессии уточните у преподавателя порядок проведения промежуточной аттестации по его предмету и формулировки критериев для количественной оценивания уровня подготовки студентов. Для итоговой положительной оценки по предмету необходимо вовремя и с нужным качеством выполнить или защитить контрольные работы, лабораторные работы, так как всё это может являться обязательной частью учебного процесса по данной дисциплине. Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

Рекомендуется разработать план подготовки к каждому зачету или экзамену, в котором указать, какие вопросы или билеты нужно выучить, какие задачи решить за указанный в плане

временной отрезок. Также бывает полезно вначале изучить более сложные вопросы, а затем переходить к изучению более простых вопросов. При этом желательно в начале каждого следующего дня подготовки бегло освежить в памяти выученный ранее материал.

В период экзаменационной сессии организм студента работает в крайне напряженном режиме и для успешной сдачи сессии нужно не забывать о простых, но обязательных правилах:

- по возможности обеспечить достаточную изоляцию: не отвлекаться на разговоры с друзьями, просмотры телепередач, общение в социальных сетях;
- уделять достаточное время сну;
- отказаться от успокоительных лекарств: здоровое волнение – это нормально и его лучше снимать небольшими прогулками, самовнушением;
- внушать себе, что сессия – это не проблема, это нормальный рабочий процесс; не накручивайте себя, не создавайте трагедий в своей голове;
- помогите своему организму – обеспечьте ему полноценное питание, давайте ему периоды отдыха с переменной вида деятельности;
- следуйте плану подготовки.

Методические рекомендации студентам по проведению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента над учебным материалом является неотъемлемой частью учебного процесса в вузе. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Датчики систем управления» предназначена для развития у обучающихся навыков целенаправленного самостоятельного приобретения новых знаний и умений.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

1) аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию), студентам могут быть предложены следующие виды заданий:

- выполнение самостоятельных работ;
- выполнение лабораторных работ;
- составление схем, диаграмм, заполнение таблиц;
- решение задач;
- работу со справочной, нормативной документацией и научной литературой;
- защиту выполненных работ;
- тестирование и т. д.

2) внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия, включает следующие виды деятельности.

- подготовку к аудиторным занятиям (теоретическим и лабораторным работам);
- изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку: работа над определенными темами, разделами, вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочими программами учебной дисциплины или профессионального модуля;
- выполнение домашних заданий разнообразного характера;
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы;
- подготовку к зачету, экзамену;
- другие виды внеаудиторной самостоятельной работы.

Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

При планировании заданий для внеаудиторной самостоятельной работы используются следующие типы самостоятельной работы:

– воспроизводящая (репродуктивная), предполагающая алгоритмическую деятельность по образцу в аналогичной ситуации. Включает следующую основную деятельность: самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы, прослушивание записанных лекций, заучивание, пересказ, запоминание, Internet–ресурсы, повторение учебного материала и др.

– реконструктивная, связанная с использованием накопленных знаний и известного способа действия в частично измененной ситуации, предполагает подготовку отчетов по лабораторным работам, подбор литературы по дисциплинарным проблемам, подготовка к защите лабораторных работ и др.

– эвристическая (частично-поисковая) и творческая, направленная на развитие способностей студентов к исследовательской деятельности.

Одной из важных форм самостоятельной работы студента является работа с литературой ко всем видам занятий. Самостоятельная работа студента с литературой позволяет ему более углубленно вникнуть в изучаемую тему.

Один из методов работы с литературой – повторение: прочитанный текст можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Более эффективный метод – метод кодирования: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию и закодировать ее для хранения, важно провести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными. Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения.

Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

План – структура письменной работы, определяющая последовательность изложения материала. Он является наиболее краткой и потому самой доступной и распространенной формой записей содержания исходного источника информации. По существу, это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым. Их отличие состоит в степени детализации содержания и, соответственно, в объеме.

Преимущество плана состоит в том, что план позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов источника информации. Кроме того, он позволяет быстро и глубоко проникнуть в сущность проблематики и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в ее содержании и быстрее обычного вспомнить прочитанное. С помощью плана гораздо удобнее отыскивать в источнике нужные места, факты, цитаты и т. д.

Выписки представляют собой небольшие фрагменты текста (неполные и полные предложения, отдельные абзацы, а также дословные и близкие к дословным записи об излагаемых в нем фактах), содержащие в себе основной смысл содержания прочитанного. Выписки представляют собой более сложную форму записи содержания исходного источника информации. По сути, выписки – не что иное, как цитаты, заимствованные из текста. Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести наиболее важные мысли автора. В отдельных случаях – когда это оправдано с точки зрения продолжения работы над текстом – вполне допустимо заменять цитирование изложением, близким дословному.

Тезисы – сжатое изложение содержания изученного материала в утвердительной (реже опровергающей) форме. Отличие тезисов от обычных выписок состоит в том, что тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала. В тезисах отмечается

преобладание выводов над общими рассуждениями. Записываются они близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования.

Аннотация – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление. К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой.

Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника информации, полученная, прежде всего, на основе содержащихся в нем выводов. Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего, выводов. Но, как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Конспект представляет собой сложную запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

При выполнении конспекта требуется внимательно прочитать текст, уточнить в справочной литературе непонятные слова и вынести справочные данные на поля конспекта. Нужно выделить главное, составить план. Затем следует кратко сформулировать основные положения текста, отметить аргументацию автора. Записи материала следует проводить, четко следуя пунктам плана и выражая мысль своими словами. Цитаты должны быть записаны грамотно, учитывать лаконичность, значимость мысли. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля. Необходимо указывать библиографическое описание конспектируемого источника.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1	Общая характеристика температурных датчиков
2	Термоэлектрический эффект: эффект Томсона, Пельтье, Зеебека
3	Термогальванические законы: закон последовательности температур, промежуточных металлов, закон Вольта и правило Магнуса
4	Температура опорного спая. Методы компенсации температуры рабочего спая
5	Металлические и полупроводниковые термометры. Линейность и термочувствительность. Конструктивное исполнение
6	Термисторы с отрицательным и положительным ТКС
7	Сравнительная характеристика гальванических и терморезистивных датчиков
8	Основные типы тензорезисторов и их краткая характеристика
9	Природа тензоэффекта в металлах
10	Природа тензоэффекта в полупроводниках
11	Основные метрологические характеристики тензопреобразователей
12	Основные схемы включения тензорезисторов: достоинства и недостатки
13	Физические принципы, законы, используемые для измерения величины и направления

	вектора магнитной индукции (напряженности магнитного поля)
14	Датчики Холла. Метрологические и конструктивные характеристики
15	Магнитодиоды, магниторезисторы, магнитотранзисторы. Принципы работы, характеристики
16	Индуктивные, индукционные датчики магнитных полей. Датчики Виганда. Датчики Джозефсона
17	Наносенсоры на эффектах гигантского (ГМС) и туннельного (ТМС) магнитосопротивления
18	Применение датчиков магнитного поля в приборах СУЛА
19	Вольт-амперные характеристики S-типа и N-типа
20	S-диод, его ВАХ, зависимость характеристик от температуры, физический механизм возникновения отрицательного сопротивления
21	Однопереходный транзистор, его схемы включения и ВАХ
22	Тиристор, его структура и принцип действия
23	ВАХ тиристора, зависимость напряжения включения от температуры
24	Практическое применение пороговых датчиков температуры
25	Принципы и методы измерения ИК излучения бесконтактным методом
26	Пироэлектрический эффект: физическая сущность, пироэлектрические материалы
27	Метрологические характеристики оптических датчиков температуры
28	Функциональная схема оптического пирометра
29	Болометры. Принципы работы, конструкции
30	Фотоприемники: полупроводниковые (фоторезисторы, -диоды, -транзисторы, - тиристоры), вакуумные и газонаполненные фотоэлементы, фотоумножители.
31	Согласование электрических и оптических характеристик излучателей и фотоприемников
32	Общая характеристика интегральных датчиков
33	Схемотехника интегральных датчиков на основе биполярных транзисторов
34	Интегральные датчики температуры AD590 и 1017ПП1
35	Сравнение метрологических характеристик интегральных полупроводниковых и дискретных датчиков измерительной информации
36	Физические принципы измерения скорости и расхода технических газов и жидкостей
37	Сравнительная характеристика методов и датчиков скорости, расхода газов и жидкостей
38	Терморезистивный анемометр. Конструкция, принцип работы. Схемы измерения с постоянным током и постоянной температурой
39	Чашечные и крыльчатые анемометры, анемометры с тормозящей механической пластиной, трубка Пито
40	Ультразвуковые и лазерные анемометры и расходомеры
41	Доплеровские анемометры
42	Ионные и параметрические анемометры
44	Основные акустические характеристики: акустический импеданс, явления дифракции, интерференции и поглощения ультразвуковой волны
45	Понятие ближней и дальней зоны ультразвукового излучателя
46	Виды акустических датчиков
47	Конденсаторные микрофоны
48	Электретные микрофоны
49	Электродинамические микрофоны
50	Практическое применение пороговых датчиков температуры

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

а) основная литература

1) Васечкин, Ю. С. Датчики информации летательных аппаратов : учебное пособие / Ю. С. Васечкин, Ю. Г. Оболенский. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 56 с. ISBN 978-5-7038-3143-4. Текст : электронный //Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/61985> (дата обращения: 27.01.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2) Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие/В.М. Шарапов [и др.]. Электрон. текстовые данные. М. : Техносфера, 2012. 624 с. 978-5-94836-316-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>

3) Ахмеджанов Р.А. Физические основы получения информации [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Ахмеджанов, А.И Чередов. Электрон. текстовые данные. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. 212 с. 978-5-9994-0078-9. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26844.html>

4) Войтович, И.Д. Интеллектуальные сенсоры [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.Д. Войтович, В.М. Корсунский. Электрон. дан. М.: 2016. 1164 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100608>

5) Физико-технические основы микро- и наноустройств [Электронный ресурс] : учебное пособие /Электрон. текстовые данные. Самара: РЕАВИЗ, 2010. 60 с. 2227-8397. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10148.html>

6) Марукович Е.И. Бесконтактная термометрия [Электронный ресурс] / Е.И. Марукович, А.П. Марков, С.С. Сергеев. — Электрон. текстовые данные. Минск: Белорусская наука, 2014. 252 с. 978-985-08-1681-8. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29421.html>

7) Архипов, А.М. Датчики Freescale Semiconductor [Электронный ресурс]/ А.М. Архипов, В.С. Иванов, Д.И. Панфилов. Электрон. дан. М.: ДМК Пресс, 2010. 184 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60998>

8) Электроакустические преобразователи [Электронный ресурс]/ В.М. Шарапов [и др.]. Электрон. текстовые данные. М.: Техносфера, 2013. 296 с. 978-5-94836-357-8. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31881.html>

б) дополнительная литература

1) Шебалкова Л.В. Микроволновые и ультразвуковые сенсоры [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Шебалкова, В.Н. Легкий, В.Б. Ромодин. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. 172 с. 978-5-7782-2586-2. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45108.html>

2) Богуш М.В. Проектирование пьезоэлектрических датчиков на основе пространственных электротермоупругих моделей [Электронный ресурс] / М.В. Богуш. Электрон. текстовые данные. М.: Техносфера, 2014. 324 с. 978-5-94836-371-4. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31872.html>.

3) Шишкин, Г.Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. Электрон. дан. М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. 411 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66208>

4) Легкий В.Н. Оптоэлектронные элементы и устройства систем специального назначения [Электронный ресурс]: учебник / В.Н. Легкий, Б.В. Галун, О.В. Санков. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. 455 с. 978-5-7782-1777-5. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47705.html>

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ ЗАЧЕТУ

Тема 1 «Введение»	
1.1	Система управления летательного аппарата (СУЛА)
1.2	Общие свойства измерительных систем
1.3	Требования, предъявляемые к современным датчикам СУЛА
1.4	Классификация датчиков
1.5	Современное состояние отечественного рынка датчиков технических систем, тенденции и перспективы его развития
1.6	Основные физические явления и принципы преобразования физических величин, лежащие в основе работы датчиков СУЛА
Тема 2 «Метрологические характеристики датчиков в статическом и динамическом режимах»	
2.1	Определение датчика – первичного измерительного преобразователя (ПИП)
2.2	Пределы применимости датчиков
2.3	Калибровка датчиков: простая (прямая и косвенная) и комплексная; примеры схем прямой (абсолютной), косвенной (сравнительной) и комплексной калибровки.
2.4	Достоверность результатов калибровки: воспроизводимость результатов и взаимозаменяемость датчиков
2.5	Характеристики датчиков в статическом режиме
2.6	Статическая передаточная функция
2.7	Чувствительность датчиков в статическом режиме
2.8	Разрешающая способность. «Мертвая» зона
2.9	Линейность передаточной характеристики
2.10	Характеристики датчиков в динамическом режиме
2.11	Передаточная, переходная функции
2.12	Чувствительность и линейность датчиков в динамическом режиме
2.13	Системы датчиков 0-го, 1-го и 2-го порядков
2.14	Примеры датчиков систем 0-го, 1-го и 2-го порядков
2.15	Частотная характеристика датчиков систем нулевого, первого и второго порядков
2.16	Быстродействие: время установления для систем нулевого, первого и второго порядков
2.17	Аналогии динамических моделей чувствительных элементов
2.18	Погрешности измерений с помощью датчиков. Параметры датчиков, влияющие на точность измерений
Тема 3 «Формирование сигналов датчиков СУЛА»	
3.1	Формирование сигналов пассивных датчиков: общие характеристики схем
3.2	Потенциометрические схемы включения пассивных датчиков
3.3	Мостовые схемы
3.4	Генераторные измерительные схемы
3.5	Формирование сигналов активных датчиков: датчик-генератор тока, напряжения, заряда
3.6	Согласование датчика с измерительной схемой и ПК
3.7	Способы уменьшения помех в измерительном канале
3.8	Линеаризация
3.9	Уменьшение действия влияющих величин
3.10	Компенсация влияния соединительных проводов
Тема 4 «Датчики температуры»	

4.1	Термогальванические эффекты: эффект Томсона, Пельтье, Зеебека
4.2	Термопары: принципы работы, конструкции и схемы включения
4.3	Термосопротивления: металлические термометры сопротивления, термисторы, полупроводниковые терморезисторы
4.4	Погрешности термопар и термосопротивлений и методы их коррекции
4.5	Активные полупроводниковые датчики температуры: диод, биполярный и полевой транзисторы, однопереходный транзистор и S-диод
4.6	Интегральные датчики температуры
4.7	Пироэлектрические датчики температуры, болометры, термоэлементы
Тема 5 «Датчики давления, деформации, силы, вибрации»	
5.1	Чувствительные элементы механических и электромеханических манометров
5.2	Индукционные и индуктивные датчики
5.3	Емкостные датчики
5.4	Эффект пьезосопротивления в металлах (тензоэффект) и полупроводниках
5.5	Кажущаяся деформация и ползучесть
5.6	Металлические (проволочные, фольговые) и полупроводниковые тензопреобразователи: конструкции, метрологические характеристики
5.7	Пьезоэлектрические датчики
5.8	Природа пьезоэлектричества и пьезоэлектрические материалы
5.9	Прямой и обратный пьезоэффект
5.10	АЧХ и ФЧХ
5.11	Погрешности пьезоэлектрических датчиков
5.12	Пьезотранзисторы
5.13	Датчики на поверхностных акустических волнах (ПАВ)
5.14	Интегральные датчики давления
Тема 6 «Датчики магнитного поля»	
6.1	Эффект Холла. Датчики Холла. Термогальваномагнитные эффекты
6.2	Магниторезистивные датчики: полупроводниковые, пленочные, интегральные
6.3	Магнитодиоды и магнитотранзисторы
6.4	Датчики Виганда
6.5	Интерферометры Джозефсона (СКВИДы)
6.6	Наносенсоры на эффектах гигантского (ГМС) и туннельного (ТМС) магнитосопротивления
Тема 7 «Датчики влажности»	
7.1	Основные понятия и термины
7.2	Гигрометры: конденсационный, сорбционный, электролитический, резистивный и емкостной. Принцип действия, конструкции и характеристики
7.3	Психрометры
7.4	Микроэлектронные датчики влажности.
Тема 8 «Датчики радиоактивного излучения»	
8.1	Радиоактивность: общие сведения
8.2	Датчики на основе ионизации газов: ионизационная камера, счетчик Гейгера-Мюллера
8.3	Сцинтилляционные и полупроводниковые датчики радиоактивного излучения
Тема 9 «Оптико-электрические преобразователи (оптические датчики)»	
1.1	Обобщенная структурная схема оптико-электрических измерительных преобразователей (ОЭИП)
1.2	Требования, предъявляемые к ОЭИП

1.3	Источники света: лампы накаливания, светодиоды, лазеры
1.4	Оптические фильтры и их характеристики
1.5	Фотоприемники: полупроводниковые: фоторезисторы, -диоды, -транзисторы, -тиристоры
1.6	Вакуумные и газонаполненные фотоэлементы
1.7	Фотоумножители
1.8	Метрологические характеристики ОЭИП: темновой ток, спектральная и интегральная чувствительности, обнаружительная способность
1.9	Датчики изображения
1.10	Вопросы согласования электрических и оптических характеристик излучателей и фотоприемников
Тема 10 «Волоконно-оптические датчики»	
2.1	Волоконная оптика. Строение и общие свойства оптического волокна
2.2	Явление полного внутреннего отражения
2.3	Числовая апертура. Одномодовое волокно
2.4	Передача информации (функциональная схема волоконно-оптической линии связи)
2.5	Применение оптического волокна в качестве датчика
Тема 11 «Датчики линейных и угловых скоростей и перемещений»	
3.1	Реостатные и емкостные датчики
3.2	Индуктивные датчики: дифференциальный трансформатор, микосин, индуктивный потенциометр, сельсин, резольвер, индуктосин и т.д.
3.3	Полупроводниковые датчики
3.4	Тахометры магнитоиндукционные угловой и линейной скоростей
3.5	Импульсные тахометры угловой скорости
3.6	Гироскопы
Тема 12 «Датчики линейных и угловых ускорений»	
4.1	Акселерометры: физические основы работы
4.2	Механические акселерометры
4.3	Акселерометры МЭМС
4.4	Пьезоэлектрические и пьезорезистивные акселерометры
4.5	Емкостные акселерометры
4.6	Тепловые акселерометры и на ПАВ
4.7	Гироскопические датчики
Тема 13 «Датчики уровня, скорости и расхода газов и технических жидкостей»	
5.1	Элементарная теория механики жидкостей и газов
5.2	Термоанемометры с нагретой металлической нитью или лентой
5.3	Терморезисторный, ионный, крыльчатые анемометры
5.4	Эффект Доплера: лазерный и ультразвуковой анемометры
5.5	Механические датчики расхода: турбинный и лопастный расходомеры, ротаметр
5.6	Ультразвуковой расходомер
5.7	Электромагнитные датчики расхода: принцип действия, конструкция и практическое применение
5.8	Измерение и указание уровня
Тема 14 «Акустические датчики»	
6.1	Основные акустические характеристики: акустический импеданс, явления дифракции, интерференции и поглощения ультразвуковой волны
6.2	Понятие ближней и дальней зоны ультразвукового излучателя

6.3	Магнитострикционные излучатели
6.4	Приемники акустических колебаний: конденсаторные, электродинамические, пьезоэлектрические и электретные микрофоны. Конструкции, принцип действия и диапазоны применения
Тема 15 «Пилотажно-навигационные датчики»	
7.1	Механические роторные, принципы работы, конструкции, параметры.
7.2	Микроэлектромеханические (МЭМС), принципы работы, конструкции, параметры
7.3	Лазерные гироскопы, принципы работы, конструкции, параметры
7.4	Маятниковый жидкостный и индукционный датчики коррекции главной оси гироскопа
7.5	Магнитные компасы и индукционные датчики курса
7.6	Астрономические компасы
7.7	Физические основы методов измерения высоты полета.
7.8	Барометрические, радиотехнические, инерциальные датчики и высотомеры
Тема 16 «Заключение»	
8.1	Обзор современных тенденций и направлений в разработке датчиков СУЛА
8.2	Новые технологии и нетрадиционные применения датчиков технической информации
8.3	Наносенсоры

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СОГЛАСОВАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Холопов Сергей Иванович, Заведующий
кафедрой АСУ

Простая подпись