

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 11

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.П. Ларин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 20 » 05 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности	Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург– 2019

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата) 13.05.2019


В.Г. Никитин  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 11

«\_13\_» \_\_05\_\_ 2019\_ г, протокол № \_\_6\_\_

Заведующий кафедрой № 11


д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата) 13.05.2019

А.В. Небылов  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.03.01(01)

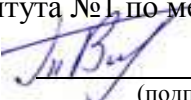
ст. преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата) 13.05.2019

Б.Л. Бирюков  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1, по методической работе

ст. преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата) 13.05.2019

В.Е. Таратун  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№11».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность применять методы анализа и синтеза измерительных и управляющих систем, систем контроля параметров при проектировании и конструировании, приборов и комплексов»

ПК-3 «Способность применять методики и средства проведения испытаний и отработки систем бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения»

ПК-5 «Способность осуществлять технический контроль с использованием контрольно-измерительных приборов при разработке, производстве и обслуживании продукции»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением бакалаврами знаний и навыков, в области проектирования авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов и подготовки выпускников к решению профессиональной исследовательской и конструкторской деятельности, связанных с проектированием, формированием у студентов современного инженерного подхода, развитие творческого естественнонаучного мышления, ознакомление с методами проектирования современных бортовых измерительно-вычислительных комплексов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы» является формирование у бакалавров направления Приборостроение, профиль – «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы» теоретических знаний и практических навыков разработки авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов (ИВК). Дисциплина предназначена для подготовки студентов к исследовательской и проектно-конструкторской деятельности в области авиационного приборостроения.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность применять методы анализа и синтеза измерительных и управляющих систем, систем контроля параметров при проектировании и конструировании, приборов и комплексов	ПК-1.Д.1 применяет знания по методам анализа и синтеза измерительно-вычислительных комплексов ПК-1.Д.2 выполняет оптимальный и параметрический синтез измерительных систем и систем контроля параметров
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность применять методики и средства проведения испытаний и отработки систем бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения	ПК-3.Д.1 применяет знания о составе комплекса бортового оборудования и основных технических характеристиках информационно-измерительных систем и устройств летательных аппаратов
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способность осуществлять технический	ПК-5.Д.1 имеет и использует знания о технических характеристиках средств измерений и контроля, основных технологиях,

	контроль с использованием контрольно-измерительных приборов при разработке, производстве и обслуживании продукции	применяемых при производстве изделий приборостроения ПК-5.Д.2 разрабатывает устройства преобразования и обработки информации, используемые при измерениях и контроле ПК-5.Д.3 обеспечивает проведение измерений и контроля параметров изделий
--	---	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математики;
- Физики;
- Прикладной механики;
- Электроники;
- Метрологии, стандартизации и сертификации;
- Физические основы получения информации;
- Аэродинамики и конструкции ЛА.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Системы автоматического управления ЛА;
- Комплексирование информационно-измерительных устройств;
- Надежность авиационных приборов и ИВК;
- Контроль и диагностика ИВК;
- Бортовые вычислительные комплексы навигации и самолетовождения,
- а также используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	8/ 288	3/ 108	5/ 180
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	40	24	16
в том числе:			
лекции (Л), (час)	16	8	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	16	8	8
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	*		*
экзамен, (час)	18	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	230	75	155
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач,	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Экз.\*\*)

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

\* - часы , не входящие в аудиторную нагрузку

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Назначение, классификация авиационных приборов, систем и комплексов.	2				15
Раздел 2. Пилотажно-навигационные приборы и комплексы.	2		4		20
Раздел 3. Приборы и измерительно-вычислительные комплексы контроля работы двигателя и других бортовых систем.	2	4	4		20
Раздел 4. Системы отображения информации и регистрации параметров полета.	2	4			20
Итого в семестре:	8	8	8		75
Семестр 7					
Раздел 5. Микромеханические датчики на основе МЭМС-технологий, классификация.	5	4			37
Раздел 6. Преобразователи микромеханических датчиков.	3	4			20
Выполнение курсового проекта					
Итого в семестре:	8	8			155
Итого:	16	16	8		230

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	<i>Тема 1.1</i> - Назначение авиационных приборов и измерительно-вычислительных комплексов. Понятие: датчик, прибор, измерительная система, измерительно-вычислительный комплекс. Классификация авиационных приборов: пилотажно-навигационные приборы, приборы контроля двигателя и других систем, системы отображения информации, системы регистрации

	<p>параметров полета.</p> <p><i>Тема 1.2</i> - Условия эксплуатации авиационных приборов. Свойства атмосферы: состав, давление, температура, плотность воздуха. Изменение параметров атмосферы с высотой полета. Влияние внешних возмущений на работу приборов.</p> <p><i>Тема 1.3</i> - Структура измерительно-вычислительных комплексов.</p> <p>Обобщенные структурные схемы датчика, прибора, измерительной системы и измерительно-вычислительного комплекса.</p>
Раздел 2	<p><i>Тема 2.1</i>– Системы координат, используемые для измерения параметров движения ЛА. Базовая (земная), связанная, скоростная, географическая, ортодромическая, инерциальная системы координат.</p> <p><i>Тема 2.2</i>- Методы измерения высоты полета, измерительные схемы высотомеров. Истинная, абсолютная и относительная высоты, измеряемые на борту ЛА. Барометрический, радиотехнический, инерциальный, оптический методы измерения высоты полета. Барометрическая, гипсометрическая формулы для высот до 1км и более 1км, методические погрешности барометрического метода. Конструкция механического, электромеханического баровысотомеров.</p> <p><i>Тема 2.3</i>- Методы измерения скорости и ускорений ЛА. Аэрометрический, доплеровский, инерциальный методы измерения скорости. Истинная воздушная, приборная и путевая скорости ЛА. Формулы измерения воздушной скорости до 400км/час, свыше 400км/час, числа Маха. Комбинированный указатель воздушной скорости, погрешности измерения скорости. Системы воздушных сигналов.</p> <p><i>Тема 2.4</i>- Методы измерения углов и угловых скоростей ЛА. Аэрометрические углы ЛА: угол атаки, угол скольжения, методы и средства измерения углов. Углы Эйлера: тангажа, крена и рыскания. Методы измерения углов и угловых скоростей, гироскопические датчики, трехстепенные и двухстепенные гироскопы. Измерительные комплексы высотно-скоростных параметров.</p>
Раздел 3	<p><i>Тема 3.1</i> – Измерители температуры, давления, оборотов, вибрации и других параметров работы двигателя. Методы измерения температуры: терморезистивный и термоэлектрический. Конструкция термометров, температура заторможенного потока воздуха. Авиационные манометры ЭДМУ и ДИМ. Инструментальные погрешности манометров. Датчики вибрации, измерительная аппаратура ИВ. Тахометры: методы измерения оборотов вала двигателя, магнитоиндукционные тахометры.</p> <p><i>Тема 3.2</i> – Топливоизмерительный комплекс ЛА. Методы измерения количества топлива: поплавковый, электроемкостный, методические и инструментальные погрешности. Методы измерения расхода топлива: скоростные расходомеры, мгновенного и суммарного расхода. Система управления и измерения топлива СУИТ, автомат центровки самолета.</p>

	Методики проектирования датчиков измерения количества и расхода топлива.
Раздел 4	<i>Тема 4.1</i> – Классификация систем регистрации полетов. Параметрические регистраторы: эксплуатационные, аварийные, речевые регистраторы. Бортовая и наземная аппаратура для расшифровки и анализа полетной информации. <i>Тема 4.2</i> – Системы отображения информации. Требования к системам отображения полетной информации. Многофункциональные жидкокристаллические индикаторы.
Раздел 5	<i>Тема 5.1</i> – Принципы работы, конструкция микромеханических акселерометров. Классификация, уравнения движения, принципы работы, чувствительные элементы, особенности конструкции осевых и маятниковых микроакселерометров. <i>Тема 5.2</i> – Принципы работы, конструкция микромеханических датчиков давления. Классификация, микромеханические датчики давления с мембранами одинаковой толщины и с жестким центром уравнения движения, принципы работы, чувствительные элементы, особенности конструкции. <i>Тема 3.3</i> – Принципы работы, конструкция микромеханических гироскопов. Основные определения. Микрогироскопы LL-типа, LR-типа, RR-типа, принципы работы, конструкция, основные свойства, погрешности измерений..
Раздел 6	<i>Тема 6.1</i> – Преобразователи микромеханических датчиков. Преобразователи тензометрические, электроемкостные, магнитоэлектрические, ПАВ, аналоговым выходом, с частотным, цифровым и ШИМ выходом. Датчики прямого преобразования и компенсационные.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздел а дисциплины
Семестр 6				
1	Анализ и расчет методических и инструментальных погрешностей барометрических высотомеров и аэрометрических приборов	Практическое занятие	4	2
2	Расчет профилировочной характеристики электроемкостных топливомеров.	Практическое занятие	4	3



Семестр 7				
3	Расчет осевого микроакселерометра прямого преобразования..	Практическое занятие	2	5
4	Расчет микроакселерометра компенсационного преобразования	Практическое занятие	2	5
5	Расчет микродатчиков давления прямого преобразования.	Практическое занятие	2	5
6	Расчет вторичных преобразователей сигналов измерителей.	Практическое занятие	2	6
Всего:			16	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	Исследование барометрического высотомера	4	2
2	Исследование топливомера	4	3
Всего:		8	2,3

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта:

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		35	93
Курсовое проектирование (КП, КР)			17
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		10	15
Домашнее задание (ДЗ)			

Контрольные работы заочников (КРЗ)		10	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		20	30
Всего:	230	75	155

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
629.7 Б75	Авиационные приборы [Текст] : учебник / В. А. Боднер. - Репр. воспроизведение изд. - М. : ЭКОЛИТ, 2011. - 467 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 462 - 463 (42 назв.). - ISBN 978-5-4365-0041-6 : 550.00 р. 20 экз. Издание имеет гриф Минобрнауки.	20 экз.
681.2 Р 24	Микромеханические приборы [Текст] : учебное пособие / В. Я. Распопов. - М. : Машиностроение, 2007. - 400 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 394 - 396. - Предм. указ.: с. 397 - 399. - ISBN 5-217-03360-6 : 846.00 р. Имеет гриф Минобрнауки России	20 экз.
	Карамайкин А.С. Системы отображения информации. Курс лекций. СПб. ГУАП. 2011.	50 экз
	Васечкин, Ю.С. Датчики информации летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.С. Васечкин, Ю.Г. Оболенский. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2008. — 56 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61985">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61985</a> — Загл. с экрана.	
531 Л 84	Прикладная теория гироскопов [Текст] : учебник / Д. П. Лукьянов, В. Я. Распопов, Ю. В. Филатов ; Концерн "ЦНИИ "Электроприбор". - СПб. : Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2015. - 316 с. : рис. - Библиогр. в конце глав, с. 312 (9 назв.). - Предм. указ.: с. 313 - 315. - ISBN 978-5-91995-036-3 : 1320.00 р. Имеет гриф УМО по образованию в области приборостроения и оптотехники	13 экз.

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://window.edu.ru/	Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение, классификация авиационных приборов и систем.</li> <li>2. Авиационный датчик, прибор, система, комплекс.</li> <li>3. Условия эксплуатации авиационных приборов.</li> <li>4. Какие параметры измеряются на борту ЛА? Системы координат.</li> <li>5. Методы измерения высоты полета.</li> <li>6. Барометрический метод измерения высоты полета.</li> </ol>

7. Барометрическая и гипсометрические формулы.
8. Конструкция механического баровысотомера, инструментальные погрешности.
9. Компенсаторы 1-го и 2-го рода баровысотомера.
10. Конструкция электромеханического баровысотомера.
11. Генераторный датчик давления воздуха типа ДДГ.
12. Вычислитель аэродинамических поправок.
13. Методические и инструментальные погрешности барометрического высотомера.
14. Инерциальный метод измерения высоты.
15. Методы измерения скорости ЛА, навигационный треугольник скоростей.
16. Аэрометрический метод измерения скорости, приемник воздушного давления.
17. Формула приборной скорости.
18. Формула истинной воздушной скорости. Число Маха.
19. Конструкция механического указателя воздушной скорости и указателя числа Маха.
20. Вариометр.
21. Измерители аэродинамических углов.
22. Системы воздушных сигналов ИКВСП.
23. Измерители курса ЛА (компасы).
24. Магнитные компасы. Девиация.
25. Индукционные компасы.
26. Приборы контроля работы двигателя.
27. Авиационные манометры ЭДМУ и ДИМ.
28. Методы измерения температуры.
29. Терморезистивные термометры.
30. Термоэлектрические термометры.
31. Тахометры.
32. Топливоизмерительная система.
33. Поплавковые топливомеры.
34. Емкостные топливомеры.
35. Расчет и профилирование емкостных топливомеров.
36. Микромеханические датчики, назначение.
37. Микромеханические акселерометры, классификация.
38. Осевые микроакселерометры, принципы работы, конструкция, чувствительные элементы.
39. Уравнение движения осевого микроакселерометра. Расчет перемещения инерциальной массы.
40. Маятниковые микроакселерометры, принципы работы, конструкция, чувствительные элементы.
41. Уравнение движения маятникового микроакселерометра. Расчет перемещения инерциальной массы.
42. Микромеханические датчики давления, классификация.
43. Чувствительные элементы микродатчиков давления.
44. Уравнения движения мембран одинаковой толщины и с жестким центром микромеханических датчиков давления.
45. Тензорезистивные преобразователи перемещения, схемы расположения.
46. Емкостные преобразователи перемещения, схемы включения.
47. Схема датчиков с частотным выходом.

	<p>48. Схема датчиков с аналоговым выходом.</p> <p>49. Схема датчиков с широтно-импульсным выходом.</p> <p>50. Микродатчик давления прямого преобразования, структурная схема.</p> <p>51. Микродатчик давления компенсационного преобразования с электростатической обратной связью, структурная схема.</p> <p>52. Осевые микроакселерометры прямого преобразования.</p> <p>53. Маятниковые микроакселерометры прямого преобразования.</p> <p>54. Микромеханический акселерометр с электростатической обратной связью.</p> <p>55. Микромеханический акселерометр с магнитоэлектрической обратной связью.</p> <p>56. Погрешности микромеханических акселерометров.</p> <p>57. Демпфирование в микромеханических датчиках.</p> <p>58. Механический шум в микромеханических датчиках.</p> <p>59. Тепловой шум в микромеханических датчиках.</p> <p>60. Микрогироскопы LL-типа.</p> <p>61. Микрогироскопы LR-типа.</p> <p>62. Микрогироскопы RR –типа.</p> <p>63. Свойства кристаллов в микромеханических датчиках.</p> <p>64. Процессы эпитаксии и диффузии при производстве микромеханических датчиков.</p> <p>65. Контроль работоспособности микромеханических датчиков.</p> <p>66. Применение микромеханических датчиков в авионике.</p>
--	--

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Расчет микромеханического датчика давления
2	Расчет микромеханического акселерометра

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- - вводная часть – показывает перечень рассматриваемых в лекции вопросов, их актуальность для практики приборостроения, связь лекционного материала с предыдущим и последующим материалами; дается перечень основной и дополнительной литературы по теме, включая руководящие документы;
- - основная часть – последовательно показываются выносимые вопросы, раскрываются теоретические положения; показываются основные расчетные формулы;
- - итоговая часть – подводятся итоги занятия, актуализируются наиболее важные вопросы; определяется тематика будущих практических занятий по теме; даётся задание на самостоятельную подготовку; производятся ответы на вопросы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия направлены на формирование у студентов профессиональных и практических умений, необходимых для изучения последующих учебных дисциплин: выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующей профессиональной деятельности (в процессе учебной и производственной практики, написания выпускной квалификационной работы). Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения. При выборе содержания и объема практических занятий следует исходить из сложности учебного материала для усвоения, из внутрисубъектных и межпредметных связей, из значимости изучаемых теоретических положений для предстоящей профессиональной деятельности, из того, какое место занимает конкретная работа в процессе формирования целостного представления о содержании учебной дисциплины.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ



Лабораторные занятия направлены на формирование у студентов профессиональных и практических умений, необходимых для изучения последующих учебных дисциплин: выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующей профессиональной деятельности (в процессе учебной и производственной практики, написания выпускной квалификационной работы). Наряду с формированием умений и навыков в процессе лабораторных занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения. При выборе содержания и объема лабораторных занятий следует исходить из сложности учебного материала для усвоения, из внутрипредметных и межпредметных связей, из значимости изучаемых теоретических положений для предстоящей профессиональной деятельности, из того, какое место занимает конкретная работа в процессе формирования целостного представления о содержании учебной дисциплины.

Материал, выносимый на лабораторные занятия должен:

- содержать современные достижения науки и техники в области изучаемой дисциплины;
- быть максимально приближен к реальной профессиональной деятельности выпускника;
- опираться на знания и умения уже сформированные у студентов на предшествующих занятиях по данной или обеспечивающей дисциплине, поддерживать связь теоретического и практического обучения;
- стимулировать интерес к изучению дисциплины;
- опираться на организованную самостоятельную работу студентов.

При подготовке к лабораторным работам обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной

дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
  - углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
  - сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
  - приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
  - сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
  - сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
  - развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
  - развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Требования к структуре пояснительной записки приведены в методических указаниях по выполнению курсового проекта по дисциплине «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы» авторов: М.Е.Тихомиров, В.Г.Никитин, Ю.С.Бадаев, С.Г. Бурлуцкий, А.А.Тарасенков.

#### Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Методы текущего контроля выбираются преподавателем самостоятельно исходя из специфики дисциплины.

Возможные методы текущего контроля обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
  - систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
  - защита отчётов по лабораторным работам;
  - проведение контрольных работ;
  - тестирование;
  - контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
  - контроль выполнения индивидуального задания на практику;
  - контроль курсового проектирования и выполнения курсовых работ;
- иные виды, определяемые преподавателем.

В течение семестра обучающийся оформляет отчётные материалы в соответствии с установленными требованиями и методами проведения текущего контроля, и преподаватель оценивает представленные материалы.

При подведении итогов текущего контроля успеваемости в ведомость обучающимся выставляются аттестационные оценки: «аттестован», «не аттестован». Система и возможные критерии оценки учитывает знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций дисциплины. Результаты текущего контроля должны учитываться при промежуточной аттестации.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты промежуточной аттестации заносятся деканатами в журнал учёта промежуточной аттестации, учебную карточку и автоматизированную информационную систему ГУАП.

Аттестационные оценки по факультативным дисциплинам вносятся в зачётную книжку, ведомость, учебную карточку, АИС ГУАП и, по согласованию с обучающимся, в приложение к документу о высшем образовании и о квалификации.

После прохождения промежуточной аттестации обучающийся обязан предоставить в деканат зачётную книжку, полностью заполненную преподавателем.

По результатам успешного прохождения промежуточной аттестации обучающимся и выполнения учебного плана на соответствующем курсе, деканаты готовят проект приказа о переводе обучающихся с курса на курс.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой