

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

В.К. Пономарев

(подпись)

«29» \_\_05\_\_ 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МЭМС технологии в приборостроении»

(Название дисциплины)

Код направления	24.05.06
Наименование направления	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2023 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц.,к.т.н.,доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29»\_\_05\_\_\_\_2023 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

доц.,к.т.н.,доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.04.02(01)

доц.,к.т.н.,доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

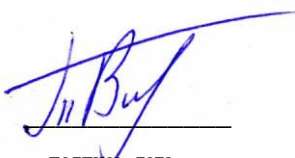
В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «МЭМС - технологии в приборостроении» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-1 «Способен координировать разработки деталей и узлов приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности»

Целью дисциплины «МЭМС технологии в приборостроении» является ознакомление подготавливаемых специалистов с основами технологии производства и использования микроэлектромеханических акселерометров и гироскопов в системах управления движением подвижных объектов различных классов и навигации.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом их ошибок, моделированием, методами повышения точности, расчетом конструктивных параметров, обеспечивающих заданные метрологические характеристики. Рассматриваются вопросы использования МЭМС акселерометров и гироскопов в системах ориентации и навигации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетных единиц, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «МЭМС технологии в приборостроении» является ознакомление подготавливаемых специалистов с принципами моделирования электромеханических систем управления движением подвижных объектов различных классов, анализом и синтезом этих систем, автоматизацией проектирования приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации. Основной упор делается на исследование аэрокосмических систем. В процессе изучения дисциплины студенты должны изучить принципы построения математических моделей электромеханических систем, ориентированных на использование современных программных систем. Основными программными системами, используемыми в курсе «МЭМС технологии в приборостроении» являются MATLAB и Simulink. Полученные студентами необходимые навыки использования программных систем ориентированы на использование их в последующих специальных курсах, научных исследованиях и практической работе.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

### 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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 Способен координировать разработки деталей и узлов приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности	ПК-1.3.1 знать основы проектирования и расчета элементов и узлов приборов и систем ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика;
- Технология приборостроения;
- Физика;
- Теоретическая механика;

- Прикладная механика;
- Электроника;

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

- Микромеханические инерциальные чувствительные элементы;
- Микросистемы ориентации и навигации;
- Проектирование приборов и систем;
- Элементы гироскопических приборов и систем;
- Гироскопические приборы и системы;
- Моделирование приборов и систем управления летательных аппаратов;
- 

### 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
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, 1Е/(час)</b>	1/ 36	1/ 36
<b><i>Из них часов практической подготовки</i></b>		
<b><i>Аудиторные занятия, всего час.,</i></b> <b><i>В том числе</i></b>	17	17
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
Экзамен, (час)		
<b><i>Самостоятельная работа, всего (час)</i></b>	19	19
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Зачет.	Зачет.

### 4.Содержание дисциплины

#### 4.1.Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

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

Таблица 3. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					

Раздел 1 Основы технологии МЭМС	3				4
Раздел 2. Методы проектирования микромеханических гироскопов с заданными характеристиками.	4				4
Раздел 3. Элементы микромеханических гироскопов и их проектирование.	3				4
Раздел 4 Тестирование, калибровка и компенсация микромеханических гироскопов и акселерометров.	4				4
Раздел 5. Проектирование встроенных контроллеров для стабилизации метрологических характеристик.	3				3
Итого:	17	0	0	0	19

#### 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
<b>1</b>	<p align="center"><b>Основы технологии МЭМС</b></p> <p>Материалы и технологии производства МЭМС. Структуры и технологии производства микромеханических гироскопов и акселерометров. Типы и физические основы работы микромеханических гироскопов. Гироскопы типа L-L, R-R, L-R, и R-L. Схемы с наружным карданным подвесом Схемы с внутренним карданным подвесом. Схемы со стержневыми подвесами. Схемы с поступательными колебаниями. Схемы с угловыми колебаниями с одной и двумя осями чувствительности измерителя. Твердотельные волновые гироскопы. Схемы камертонных подвесов. Типы и физические основы работы микромеханических акселерометров. Основные характеристики микромеханических акселерометров и гироскопов.</p>
<b>2</b>	<p align="center"><b>Методы проектирования микромеханических гироскопов с заданными характеристиками.</b></p> <p>Математические модели микромеханических гироскопов разных типов и их анализ. Зависимость чувствительности и полосы пропускания от конструктивных параметров гироскопов. Проектирование микромеханических гироскопов с заданными метрологическими характеристиками.</p>
<b>3</b>	<p align="center"><b>Элементы микромеханических гироскопов и их проектирование.</b></p> <p>Электростатические датчики сил и моментов. Электростатические датчики сил и моментов гребенчатой структуры. Датчики сил и моментов плоской структуры. Емкостные датчики микроперемещений. Система автогенераторного возбуждения первичных колебаний ММГ. Основные структуры микромеханических гироскопов. Микромеханические гироскопы прямого преобразования. Микромеханические гироскопы компенсационного типа.</p>

<b>4</b>	<p><b>Тестирование, калибровка и компенсация микромеханических гироскопов и акселерометров.</b></p> <p>Методы и оборудование для тестирования микромеханических гироскопов и акселерометров. Однократное упрощенное тестирование. Статическое и динамическое тестирование. Тестирование на стабильность параметров. Особенности тестирования гироскопов на стендах вращения. Обработка результатов тестирования. Тестирование при изменении температуры. Тестирование при осциллирующей скорости вращения основания. Тестирование на вибрационные и ударные нагрузки. Тестирование на влияние магнитного поля. Калибровка и компенсация ошибок гироскопов и акселерометров</p>
<b>5</b>	<p><b>Проектирование встроенных контроллеров для стабилизации метрологических характеристик.</b></p> <p>Алгоритмы оценивания параметров микромеханических гироскопов в реальном времени. Методы реализации этих алгоритмов во встроенных контроллерах. Стабилизация метрологических характеристик микромеханических гироскопов на основе результатов оценивания их параметров.</p>

#### 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)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

#### 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
Учебным планом не предусмотрено			

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

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
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>19</b>	<b>19</b>

изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	16	16
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	3	3
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
531 Л 84	Распопов, В. Я. Приборы первичной информации : Микромеханические приборы. : учебное пособие / В. Я. Распопов ; Тул. гос. ун-т. - Тула : [2002. - 390 с. : - ISBN 5-8125-0239-0. Издание имеет гриф Министерства образования РФ	15
681.2 Р 24	Распопов, В. Я. Микромеханические приборы. учебное пособие / В. Я. Распопов. - М. : Машиностроение, 2007. - 400 с. : рис., табл. - Библиогр.: - ISBN 5-217-03360-6. Имеет гриф Минобрнауки России	7
629.7 М 59	Матвеев В.А., Липатников В.И., Алехин А.В. Проектирование волнового твердотельного гироскопа: Учеб. пособие для втузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. 168с	100
629.7 С28	Северов Л.А. Механика гироскопических систем.-М.: Изд. МАИ, 1996. -212с	52
	Матвеев, В. В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. учебное пособие / В. В. Матвеев, В. Я. Распопов ; ред. В. Я. Распопов ; ГНЦ РФ - ЦНИИ "Электроприбор". СПб. : Изд-во ГНЦ РФ - ЦНИИ 2009. - 278 с. : ISBN 978-5-900780-73-3. Издание имеет гриф УМО по образованию	
629.7	Titterton D.H., Weston J.L. Strapdown Inertial Navigation	2



T-64	Technology. Second edition. Ed. Paul Zarchan, MIT Lincoln Laboratory, 2009, 558 p.	
	Северов Л.А., Пономарев В.К., Панферов А.И., Сорокин А.В., Кучерков С.Г., Лучинин В.В. Корляков А.В. Микромеханические гироскопы: конструкции, характеристики, технологии, пути развития. - Известия ВУЗов, Приборостроение, т.41, №1-2, 1998. с.57-73.	
	Меркурьев И.В., Подалков В.В. Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов. – М.: ФИЗМАЕЛИТ, 2009. – 228 с. – ISBN 987-5-9221-1125-6	
	Матвеев В.А., Басараб М.А., Ивойлов М.А. Генетические алгоритмы балансировки миниатюрного волнового твердотельного гироскопа // Труды Девятого Международного Симпозиума «Интеллектуальные системы» INTELS'2010, Россия, Владимир, 28 июня – 2 июля 2010г., С. 516-519.	

## **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
<a href="http://matlab.exponenta.ru/">http://matlab.exponenta.ru/</a>	Е.В.Никульчев Control System Toolbox

## **8.Перечень информационных технологий**

### **8.1.Перечень программного обеспечения**

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### **8.2.Перечень информационно-справочных систем**

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 представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13-03а

2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
---	-------------------------------------	-------

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**10.1.** Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов к зачету;

**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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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 для подготовки к экзамену

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Материалы и технологии производства МЭМС. Структуры и технологии производства микромеханических гироскопов и акселерометров.	ПК-1.3.1
2	Типы и физические основы работы микромеханических гироскопов.	ПК-1.3.1
3	Гироскопы типа L-L, R-R, L-R и R-L. Схемы с наружным карданным подвесом. Схемы с внутренним карданным подвесом. Схемы со стержневыми подвесами. Схемы с поступательными колебаниями.	ПК-1.3.1
4	Схемы с угловыми колебаниями с одной и двумя осями чувствительности измерителя.	ПК-1.3.1
5	Твердотельные волновые гироскопы.	ПК-1.3.1
6	Схемы камертонных подвесов.	ПК-1.3.1
7	Типы и физические основы работы микромеханических акселерометров.	ПК-1.3.1
8	Основные характеристики микромеханических акселерометров и гироскопов.	ПК-1.3.1
9	Математические модели микромеханических гироскопов разных типов и их анализ.	ПК-1.3.1
10	Зависимость чувствительности и полосы пропускания от конструктивных параметров гироскопов.	ПК-1.3.1
11	Проектирование микромеханических гироскопов с заданными метрологическими характеристиками.	ПК-1.3.1

12	Электростатические датчики сил и моментов. Электростатические датчики сил и моментов гребенчатой структуры.	ПК-1.3.1
13	Датчики сил и моментов плоской структуры. Емкостные датчики микроперемещений.	ПК-1.3.1
14	Система автогенераторного возбуждения первичных колебаний ММГ.	ПК-1.3.1
15	Основные структуры микромеханических гироскопов..	ПК-1.3.1
16	Микромеханические гироскопы прямого преобразования	ПК-1.3.1
17	Микромеханические гироскопы компенсационного типа.	ПК-1.3.1
18	Методы и оборудование для тестирования микромеханических гироскопов и акселерометров. Однократное упрощенное тестирование.	ПК-1.3.1
19	Статическое и динамическое тестирование. Тестирование на стабильность параметров. Особенности тестирования гироскопов на стендах вращения.	ПК-1.3.1
20	Обработка результатов тестирования.	ПК-1.3.1
21	Тестирование при изменении температуры. Тестирование при осциллирующей скорости вращения основания.	ПК-1.3.1
22	Тестирование на вибрационные и ударные нагрузки. Тестирование па влияние магнитного поля.	ПК-1.3.1
23	Калибровка и компенсация ошибок гироскопов и акселерометров	ПК-1.3.1
24	Алгоритмы оценивания параметров микромеханических гироскопов в реальном времени.	ПК-1.3.1
25	Методы реализации этих алгоритмов во встроенных контроллерах. Стабилизация метрологических характеристик микромеханических гироскопов на основе результатов оценивания их параметров	ПК-1.3.1

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

**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.

Планируемы результаты при освоении обучающимся 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:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов и алгоритмов, применяемых для решения технических задач моделирования электромеханических систем навигации и управления подвижными объектами;
- Демонстрация примеров решения задач;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

Методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных следующих ресурсов библиотеки ГУАП:

М.И. Евстифеев, А.И. Панферов, В.К. Пономарев, Л.А. Северов, С.Ф. Скорина  
Микромеханические инерциальные чувствительные элементы. Микромеханические гироскопы. Учебное пособие. ГУАП. Санкт-Петербург, 2007

## **11.2. 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-методические материалы по дисциплине.

## **11.4. 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.

Порядок прохождения текущего контроля успеваемости определяется Положениями ГУАП «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## **11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме зачета с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок и требования к методам проведения промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 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