

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.06.2023 14:04:21
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Оптические и навигационные
системы»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

12.03.01 «Приборостроение»

по профилю

«Оптические и навигационные системы»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Подгорная Л.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЛИНС
13.10.2021, протокол № 4

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФИБС, 09.12.2021, протокол № 4

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	ЛИНС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	8
Курс	3, 4
Семестр	7, 6
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	102
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	2
Все контактные часы (академ. часов)	138
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	150
Всего (академ. часов)	288
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	3
Экзамен (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ»

Дисциплина Математические модели навигационных приборов является одной из основных специальных дисциплин навигационного приборостроения и имеет своей целью приобретение знаний и навыков, необходимых при разработке и анализе математических моделей навигационных приборов для систем автономной навигации и управления. Полученные знания используются студентами при изучении специальных курсов: стабилизированные платформы, приборы ориентации, инерциальные системы, которые являются основой подготовки современного специалиста в области навигационного приборостроения

SUBJECT SUMMARY

«MATHEMATICAL MODELS OF NAVIGATION DEVICES»

Discipline Mathematical models of navigation devices is one of the main navigational instrument-specific disciplines, which purpose is the acquisition of knowledge and skills needed in the design and analysis of mathematical models of navigation devices for autonomous navigation and control systems. The resulting knowledge is used by students in the study of special courses, such as stabilized platforms, orientation devices, inertial systems, which are the basis of modern graduate training in the field of navigation instrumentation.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний о навигационных приборах, формирование умений и практических навыков в составлении математических моделей и расчете основных характеристик навигационных приборов систем автономной навигации.

2. Задачами изучения дисциплины являются:

Изучение методов получения математических моделей навигационных приборов систем автономной навигации.

Формирование умений и навыков в определении адекватности полученных моделей в зависимости от области применения и от требований к эксплуатационным характеристикам систем.

Освоение полученных знаний и навыков при проведении расчетов и экспериментальных исследований разрабатываемых систем.

3. Знания принципов построения навигационных приборов автономных систем ориентации и навигации

4. Умения составления математических моделей навигационных приборов систем автономной навигации

5. Навыки проведения расчетов и экспериментальных исследований разрабатываемых систем, определения адекватности полученных моделей в зависимости от области применения и от требований к эксплуатационным характеристикам систем

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Аналитическая механика»

2. «Теоретическая механика»

3. «Математический анализ»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (преддипломная практика)»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
СПК-9	Способен выполнять математическое моделирование процессов и систем в области оптических и навигационных систем
<i>СПК-9.1</i>	<i>Выполняет математическое моделирование процессов в области оптических и навигационных систем</i>
<i>СПК-9.2</i>	<i>Выполняет математическое моделирование систем в области оптических и навигационных систем</i>
СПК-10	Способен разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области оптических и навигационных систем
<i>СПК-10.1</i>	<i>Разрабатывает типовые технические процессы в области оптических и навигационных систем</i>
<i>СПК-10.2</i>	<i>Составляет отдельные виды технической документации в области оптических и навигационных систем</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1				
2	Угловые скорости и уравнения вращательного движения	8	2			12
3	Уравнение движения подвижного основания	8	1			12
4	Гироскоп и природа гироскопических явлений	5				2
5	Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа с использованием динамических уравнений Эйлера	6	2			10
6	Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа с помощью уравнений Лагранжа 2-го рода	8	2			15
7	Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа методом кинестатики	5	2			8
8	Анализ поведения трехстепенного астатического гироскопа на неподвижном основании	16				24
9	Анализ поведения гироскопа под действием внешних моментов	8	2	2	2	16
10	Анализ поведения гироскопа на подвижном основании	8	2			16
11	Гиромаятники	12		15		20
12	Роторные вибрационные гироскопы	4	2			11
13	Осцилляторные вибрационные гироскопы	8	2			2
14	Волновые твердотельные гироскопы	4				2
15	Заключение	1				
	Итого, ач	102	17	17	2	150
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	70
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе				288/8	

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Структура и содержание курса; его связь с дисциплинами учебного плана и роль в подготовке специалиста в области систем автономной навигации.
2	Угловые скорости и уравнения вращательного движения	Направляющие косинусы и углы Эйлера. Угловая скорость связанной системы координат. Кинематические уравнения Эйлера. Ограниченность использования кинематических уравнений Эйлера при больших углах тангажа. Уравнения движения в направляющих косинусах (уравнения Пуассона).
3	Уравнение движения подвижного основания	Абсолютная угловая скорость основания. Системы координат, применяемые в прикладной гироскопии. Линии положения. Уравнения ортодромии и локсодромии. Угловые скорости различных систем координат.
4	Гироскоп и природа гироскопических явлений	Гироскоп (случаи симметрии Эйлера, Лагранжа, Ковалевской). Видимые свойства гироскопа. Природа гироскопических явлений. Свойства двухстепенного гироскопа. Трехстепенной астатический гироскоп. Оси Резаля, картинная плоскость. Угловые скорости, кинетический момент, кинетическая ось гироскопа.
5	Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа с использованием динамических уравнений Эйлера	Теорема об изменении кинетического момента, тензор инерции. Динамические уравнения Эйлера в векторном и скалярном виде. Дифференциальные уравнения движения в проекциях на оси Резаля и оси обобщенных координат.
6	Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа с помощью уравнений Лагранжа 2-го рода	Обобщенные координаты, обобщенные силы, кинетическая энергия системы, структура уравнений Лагранжа 2-го рода. Составление дифференциальных уравнений движения в осях обобщенных координат.
7	Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа методом кинетостатики	Составление линеаризованных уравнений движения с использованием принципа Даламбера. Гироскопический момент.
8	Анализ поведения трехстепенного астатического гироскопа на неподвижном основании	Об интегрировании нелинейных уравнений движения. Линеаризация дифференциальных уравнений движения, использование операционного исчисления Лапласа при интегрировании линеаризованных уравнений. Структурная схема трехстепенного астатического гироскопа и его передаточные функции. Анализ решения: траектория движения полюса гироскопа на картинной плоскости, смещение оси гироскопа, нутация, регулярная прецессия, псевдoreгулярная прецессия, правило прецессии, укороченные уравнения.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Анализ поведения гироскопа под действием внешних моментов	Разгон и выбег гироскопа. Движение гироскопа под действием постоянного и периодически изменяющегося моментов. Влияние моментов вязкого и сухого трения на движение гироскопа. Магнусов уход. Действие момента внешних сил на гироскоп с двумя степенями свободы.
10	Анализ поведения гироскопа на подвижном основании	Интегрирование уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа с горизонтальным и вертикальным расположением оси наружной рамки. Влияние вращения основания на гироскоп с двумя и тремя степенями свободы. Влияние дебаланса при ускорениях подвижного основания: статическая несбалансированность и неравножесткость конструкции. Модель погрешности трехстепенного астатического гироскопа.
11	Гиромаятники	Кинематические схемы гиромаятников; назначение гиромаятников. Дифференциальные уравнения движения, их интегрирование, анализ решения, скоростные и баллистические девиации. Сравнительная оценка инерционных свойств гиромаятника и физического маятника.
12	Роторные вибрационные гироскопы	Уравнения движения. Условие резонансной настройки. Динамически настраиваемые гироскопы. Погрешности гироскопа Хоува от внешних гармонических воздействий.
13	Осцилляторные вибрационные гироскопы	Камертонный гироскоп. Грибовидный гироскоп. Уравнения движения.
14	Волновые твердотельные гироскопы	Принцип работы гироскопа с полусферическим резонатором. Кольцевая модель резонатора ВТГ.
15	Заключение	Основные направления дальнейшего развития и совершенствования навигационных приборов систем автономной навигации и управления.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Гироскопическая стабилизация однорельсового вагона	3
2. Исследование свободных колебаний плоского физического и гироскопического маятников	4
3. Исследование вынужденных колебаний плоского физического и гироскопического маятников	4
4. Исследование свободных колебаний сферического гироскопического маятника	3
5. Исследование вынужденных колебаний сферического гироскопического маятника	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Угловые скорости и уравнения вращательного движения	2
2. Уравнение движения подвижного основания	1
3. Составление дифференциальных уравнений движения с использованием динамических уравнений Эйлера	2
4. Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа с помощью уравнений Лагранжа 2-го рода	2
5. Составление уравнений движения трехстепенного астатического гироскопа методом кинетостатики	2
6. Анализ поведения гироскопа под действием внешних моментов	2
7. Анализ поведения гироскопа на подвижном основании	2
8. Роторные вибрационные гироскопы	2
9. Осцилляторные вибрационные гироскопы	2
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	26
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	34
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	70
ИТОГО СРС	150

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Матвеев, Валерий Владимирович. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 200100 -"Приборостроение" / В.В. Матвеев, В.Я. Распопов ; под общ. ред. В.Я. Распопова, 2009. -278 с.	15
2	Исследование колебательных процессов в гироскопических системах [Текст] : учеб.-метод. пособие / [А. М. Боронахин [и др.], 2018. -45 с.	45
3	Давыдов, Владимир Борисович. Практикум по дисциплине "Приборы навигации и ориентации" [Текст] : учеб. пособие / В.Б.Давыдов, Ю.А.Торопов, 1992. -48 с.	59
Дополнительная литература		
1	Лунц, Яков Львович. Введение в теорию гироскопов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Я. Л. Лунц, 1972. -296 с.	5
2	Пельпор, Дмитрий Сергеевич. Гироскопические системы [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Гироскопические приборы и устройства". [Ч. 1] : Теория гироскопов и гиросtabilизаторов, 1986. -423 с.	37
3	Сайдов П.И. Теория гироскопов [Текст] : учеб. пособие для втузов. Ч. 1, 1965. -469, [1] с.	56
4	Давыдов, Владимир Борисович. Практикум по теории гироскопических устройств [Текст] : учеб. пособие / В.Б.Давыдов, Ю.А.Торопов, 1992. -45 с.	61
5	Мынбаев, Джафар Каримович. Теория гироскопических устройств [Текст] : Учеб. пособие / Д.К. Мынбаев; ЛЭТИ им.В.И.Ульянова(Ленина), 1989. -75 с.	25
6	Ривкин, Самуил Симонович. Теория гироскопических устройств [Текст]. Ч. 1, 1962. -506, [1] с.	28
7	Ривкин, Самуил Симонович. Теория гироскопических устройств [Текст]. Ч. 2, 1964. -544, [1] с.	42

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
-------	-------------------

№ п/п	Электронный адрес
1	Подчерцев, В. П. Динамически настраиваемый гироскоп : учебно-методическое пособие / В. П. Подчерцев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 20 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/52089
2	Хамидуллин, В. К. Технические средства навигации и управления движением : учебное пособие / В. К. Хамидуллин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 141 с. https://e.lanbook.com/book/157079

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=1631>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Математические модели навигационных приборов» формой промежуточной аттестации является экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Допуск к экзамену: успешное написание двух контрольных работ, выполнение и успешная защита пяти лабораторных работ.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Общий случай движения твердого тела. Определение положения твердого тела в пространстве. Теорема об общем случае движения твердого тела. Сферическое движение твердого тела. Направляющие косинусы, формальное представление направляющих косинусов. Матрица перехода, свойства матрицы перехода.
2	Углы Эйлера как параметры ориентации. Определение углов, принятых в динамике полета крылатых летательных аппаратов. Связь направляющих косинусов с углами Эйлера. Сложение поворотов, матрица перехода в углах Эйлера. Доказать свойство некоммутативности поворотов на каком-либо примере.
3	Угловая скорость подвижного основания в общем случае движения на примере летательного аппарата. Определение проекций на собственные оси. Нахождение матрицы угловых скоростей. Получение кинематических уравнений в углах Эйлера. Достоинства и недостатки кинематических уравнений в углах Эйлера.
4	Дифференцирование векторов в подвижных системах координат: формулы Пуассона и Бура. Вывод уравнений Пуассона или уравнений сферического движения твердого тела в направляющих косинусах, дифференциальная и интегральная форма уравнений. Достоинства и недостатки уравнений.
5	Абсолютная угловая скорость подвижного основания. Угловая скорость нормальной земной системы координат NhE . Угловая скорость системы координат $xNyhzE$, имеющей географически-ориентированные оси. Уравнения движения подвижного объекта в географически-ориентированной системе координат. Угловые скорости изменения широты и долготы выразить через скорость центра масс основания.
6	Уравнения движения подвижного основания в ортодромической системе координат. Угловые скорости изменения широты и долготы выразить через скорость центра масс основания, при определении угловой скорости ортодромической системы координат использовать теорему Клеро.
7	Линии положения: локсодромия, ортодромия. Определение, области применения, иллюстрации, вывод уравнений локсодромии и ортодромии. Угловая скорость ортодромической системы координат.
8	Методика использования уравнений Лагранжа 2-го рода для получения математических моделей гироскопических устройств на примере ТАГ, установленного на неподвижном основании.
9	Методика использования динамических уравнений Эйлера для получения математических моделей гироскопических устройств на примере ТАГ, установленного на неподвижном основании.

10	Методика использования принципа Даламбера для получения линейризованных математических моделей гироскопических устройств в осях Резаля на примере ТАГ, установленного на неподвижном основании, с учетом моментов инерции рам карданова подвеса.
11	Анализ поведения ТАГ, установленного на неподвижном основании. Собственные движения ТАГ. Вынужденное движение ТАГ. Правило прецессии. Анализ поведения гироскопа под действием внешних моментов.
12	Анализ поведения гироскопа на подвижном основании. Влияние вращения основания на гироскоп с двумя и тремя степенями свободы. Влияние дебаланса при ускорениях подвижного основания: статическая несбалансированность и неравножесткость конструкции.
13	Гиromаятники. Кинематические схемы гиromаятников; назначение гиromаятников. Дифференциальные уравнения движения, их интегрирование, анализ решения, скоростные и баллистические девиации. Сравнительная оценка инерционных свойств гиromаятника и физического маятника.
14	Роторные вибрационные гироскопы. Уравнения движения. Условие резонансной настройки. Динамически настраиваемые гироскопы. Погрешности гироскопа Ховуа от внешних гармонических воздействий.
15	Осцилляторные вибрационные гироскопы. Камертонный гироскоп. Грибовидный гироскоп. Уравнения движения.
16	Волновые твердотельные гироскопы. Принцип работы гироскопа с полусферическим резонатором. Кольцевая модель резонатора ВТГ.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Математические модели навигационных приборов** ФИБС

1. Углы Эйлера как параметры ориентации. Определение углов, принятых в динамике полета крылатых летательных аппаратов. Связь направляющих косинусов с углами Эйлера.

2. Методика использования динамических уравнений Эйлера для получения математических моделей гироскопических устройств на примере ТАГ, установленного на неподвижном основании.

3. Задача.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЛИНС

Ю.В. Филатов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа №1

1. Имеется условно-неподвижный связанный базисы, которые имеют общее начало, в начальный момент времени одноименные оси совпадают. При следующей последовательности поворотов: ”рысканье->тангаж->крен” получить уравнения Пуассона в дифференциальной форме, приняв угловую скорость рысканья равной нулю.

2. Определить матрицу угловых скоростей:

$$\begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = [A_{\dot{\psi}\dot{\gamma}}] \begin{bmatrix} \dot{\gamma} \\ \dot{\psi} \\ \dot{\vartheta} \end{bmatrix}$$

Контрольная работа №2

1. Влияние угловой скорости суточного вращения Земли на ТАГ на примере ГН.

2. Вынужденные движения ТАГ на примере ГВ.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
3	Уравнение движения подвижного основания	Контрольная работа
4	Гиросмаятники	Отчет по лаб. работе
7	Гиросмаятники	Отчет по лаб. работе
8	Анализ поведения трехстепенного астатического гироскопа на неподвижном основании	
9		
10		Контрольная работа
11	Гиросмаятники	Отчет по лаб. работе
14	Гиросмаятники	Отчет по лаб. работе
16	Гиросмаятники	Отчет по лаб. работе

6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль включает в себя написание студентом двух контрольных работ и защит пяти лабораторных работ, по результатам которых студент получает допуск на экзамен.

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты. В процессе обучения по дисциплине «Математические модели навигационных приборов» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиумов, на которых осуществляется защита лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах по 2-3 человека. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите с выдачей дополнительного задания.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый

студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, или по выполнению дополнительного задания, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. На защите лабораторной работы студент должен показать понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы. Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

В зависимости от того, какой уровень знания вопроса демонстрирует студент, за защиту ему выставляется оценка по 4-балльной системе: «неудовлетворительно» - студент не может показать понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, не может дать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов, требуется повторная защита, «удовлетворительно» - студент должен показать понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов, «хорошо» - студент должен показать понимание методики исследования, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы, «отлично» - студент должен показать понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение да-

вать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Методика оценки контрольных работ. В зависимости от того, какой уровень знания вопроса демонстрирует студент, за контрольную работу ему выставляется оценка по 4-балльной системе:

«неудовлетворительно» - студент испытывает серьезные трудности при ответе на вопросы контрольной работы, «удовлетворительно» - студент ответил целиком и правильно на один из вопросов контрольной работы, второй вопрос не отвечен, либо на оба вопроса даны неполные ответы, имеются ошибки в формулировках, формулах, выводах, «хорошо» - студент в целом ответил на вопросы, но на один из вопросов дан неполный ответ, имеются ошибки в формулировках, формулах, выводах, «отлично» - студент студент ответил целиком и правильно на оба вопроса контрольной работы.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, меловая или маркерная доска	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторный стенд для изучения гироскопической стабилизации однорельсового вагона, установка «Исследование свободных колебаний плоского физического и гироскопического маятников», установка «Исследование вынужденных колебаний плоского физического и гироскопического маятников», установка «Исследование свободных колебаний сферического гироскопического маятника», установка «Исследование вынужденных колебаний сферического гироскопического маятника»	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, меловая или маркерная доска	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
------------------------	--------------------------------------	--	--

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА