

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического ф-та
профессор Э.Р. Шрагер



Рабочая программа дисциплины

Методы высокоскоростных измерений

Направление подготовки

24.04.03 – Баллистика и гидроаэродинамика

Наименование магистерской программы

Динамика полета и управление движением ракет и космических аппаратов

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

Томск 2016

1. Код и наименование дисциплины (модуля)

Б1.В.ДВ.5.1 – Методы высокоскоростных измерений

2. Местодисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП.

Целями освоения учебной дисциплины «**Методы высокоскоростных измерений**» являются:

- ориентация в выборе аэромеханической, баллистической установки для проведения необходимых испытаний;
- выбор методов для измерения плотности, температуры, скорости потока для проведения аэромеханических и баллистических экспериментов;
- выбор метода измерений коротких интервалов времени;
- ориентация в приемах визуализации исследуемых процессов, включая высокоскоростную фотографию в видимом свете и рентгеновских лучах.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

Первый год и второй семестр обучения

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Настоящая дисциплина логически и содержательно-методически связана с предшествующими дисциплинами, такими как «Физика», «Математика», «Теоретическая механика», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Курс, наряду с другими дисциплинами магистратуры, способствует приобретению навыков в проведении аэродинамического эксперимента, осмыслению принципиальных основ научно-исследовательской работы.

Для изучения и понимания материала данной дисциплины обучающийся должен знать математический анализ, теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, основы линейной алгебры, численные методы технической физики.

Лица, имеющие диплом бакалавра по направлению подготовки Баллистика и гидроаэродинамика и желающие освоить данную магистерскую программу.

5. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, 108 часа, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лабораторного типа), 90 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Формат обучения

Дисциплина реализуется в форме аудиторного обучения

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (заполняется в соответствии с картами компетенций)

Знать: технологию научных исследований; методы определения областей применимости различных методов исследований.

Уметь: Ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения.

Владеть: навыками самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности; методиками сбора, переработки и представлений научно-технических материалов по результатам исследований к опубликованию в печати, а так же в виде обзоров, рефератов, отчётов, докладов, лекций, заявок на патенты.

Формируемые компетенции <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i>	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>Выпускник должен обладать способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК-10)</p>	<p>З (ОК-10) – 1 Знать: Основные физические закономерности, лежащие в основе аэродинамических и внешнебаллистических измерений. У (ОПК-10) – 1 Уметь использовать фундаментальные научные знания в качестве основы высокоскоростных измерений В (ОПК-10) – 1 Владеть способностью применять фундаментальные научные знания для описания аэродинамических и внешнебаллистических процессов</p>
<p>Выпускник должен обладать способностью осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов (ОПК-4)</p>	<p>З (ОПК-4) – 3 Знать: области применимости различных методов экспериментальных исследований У (ОПК-4) – 3 Уметь формулировать сложные инженерные задачи в области экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний В (ОПК-4) – 3 Владеть методами решения и анализа задач экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний</p>
<p>Выпускник должен обладать способностью и готовностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований (ПК-17)</p>	<p>З(ПК-17) – 3 Знать основы аэродинамики высокоскоростных течений. У(ПК-17) – 3 Уметь применять знания на практике, в том числе проводить расчет легкогазовых металлических установок. В (ПК-17) – 3 Владеть способами решения задач внешнебаллистических измерений и интерпретировать физический смысл полученного математического результата</p>
<p>Выпускник должен обладать способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, исполь-</p>	<p>З (ПК-18) – 3 Знать основные методы, лежащие в основе постановки задач экспериментальной аэродинамики. У(ПК-18) – 3 Уметь решать экспериментальные задачи аэродинамики сверхзвуковых скоростей.</p>

зованию современной измерительной и вычислительной техники (ПК-18)	В (ПК-18) – 3 Владеть способностью ориентироваться в применении различных методов решения экспериментальных задач аэродинамики и внешней баллистики
--	---

8. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

Общая трудоемкость дисциплины составляет 30 зачетные единицы, 108 часов.

Структура преподавания дисциплины

№ п/п	Наименование разделов и тем	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (час.)			Сам. Работа студ.
				Лекции	Семинары и практич. зан.	Лабораторные занятия	
1	Введение в аэродинамику высокоскоростных течений.	3	1			2	18
2	Расчет легкогазовых метательных установок.	3	2-4			2	18
3	Аэромеханические установки больших сверхзвуковых скоростей.	3	5-7			2	18
4	Методы измерений в сверхзвуковых трубах	3	8-11			4	18
5	Внешнебаллистические измерения. Методы и средства регистрации.	3	12-17			8	18
	Всего часов					18	90
	У.Е.			3			

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю).

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит:

- в изучении теоретических разделов курса с помощью литературы, предлагаемой лектором из основного и дополнительного списка.
- в подготовке и написании рефератов.

Темы рефератов.

1. Моделирование при аэромеханических экспериментах. Критерии подобия.

2. Классификация метательных установок. Расчет легкогазовых метательных установок (ЛГУ).
 3. Аэродинамические трубы с подогревателями. Ударные трубы. Ударные аэродинамические трубы. Ударные электромагнитные трубы. Адиабатические установки. Электромагнитные аэродинамические трубы.
 4. Баллистические тиры. Установки для высокоскоростного метания. Применение взрывчатых веществ для получения высокоскоростных потоков и сильных ударных волн.
 5. Методы измерения сил. Весы механического, тензометрического и акселерометрического типа.
 6. Методы визуализации и измерения плотности. Шлирен - метод. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха - Цендера. Прибор ИАБ - 451.
 7. Методы измерения плотности, основанные на поглощении.
 8. Методы измерения температуры. Аппаратура для безинерционной регистрации температуры. Спектрографы. Ионизационные датчики.
 9. Методы измерения числа Маха и скоростей потока. Насадки для измерения числа Маха.
 10. Искровые источники света. Открытая искра. Скользящие и полупроводящие искровые разряды. Капиллярные искровые разряды. Запускающие искровые разрядники.
 11. Электроннооптические затворы. Затвор с ячейкой Керра. Затвор Фарадея. Затвор с электроннооптическим преобразователем изображения.
 12. Растворные методы высокочастотной кинематографии. Метод штрихового раstra, метод линзового раstra, применение волоконной оптики.
 13. Рентгено - импульсная техника. Получение и регистрация отдельных импульсов. Кинематография в рентгеновских лучах.
- Лабораторные работы:
- Подготовка модельной аэродинамической установки к опыту.
 - Применение прибора Теплера для визуализации течения газа.
 - Применение трехкомпонентных аэродинамических весов в модельной аэродинамической установке.
 - Применение трубки Пито для измерения давлений и чисел Маха.
 - Измерение скорости с помощью ФЭБ-7.

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их карты (*карты компетенций приводятся целиком вместе с критериями оценивания*).

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ

ОК-10 – способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Общекультурная компетенция выпускника образовательной программы магистратуры по направлению «Баллистика и гидроаэродинамика»

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

ЗНАТЬ: основные фундаментальные знания в механике сплошной среды

УМЕТЬ: осуществлять отбор материала, характеризующего достижения механике сплошной среды с учетом специфики направления подготовки.

ВЛАДЕТЬ: методами и технологиями решения задач экспериментальных исследований.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ОК-10
И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p>ЗНАТЬ: основные физические закономерности, лежащие в основе аэродинамических и внешнебаллистических измерений</p> <p>Шифр: З (ОК-10) –3</p>	Отсутствие знаний.	Фрагментарные знания основных физических закономерностей, лежащих в основе аэродинамических и внешнебаллистических измерений	Общие, но не структурированные знания основных физических закономерностей, лежащих в основе аэродинамических и внешнебаллистических измерений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных физических закономерностей, лежащих в основе аэродинамических и внешнебаллистических измерений	Сформированные системные знания основных физических закономерностей, лежащих в основе аэродинамических и внешнебаллистических измерений
<p>Уметь использовать фундаментальные научные знания в качестве основы высокоскоростных измерений</p> <p>Шифр: У (ОК-10) –3</p>	Отсутствие умений.	Частично освоенное умение использовать фундаментальные научные знания в качестве основы высокоскоростных измерений	В целом успешное, но не систематическое применение умений использовать фундаментальные научные знания в качестве основы высокоскоростных измерений	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками умение использовать фундаментальные научные знания в качестве основы высокоскоростных измерений	Сформированное умение использовать фундаментальные научные знания в качестве основы высокоскоростных измерений

Критерии оценивания результатов обучения		Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Владеть способностью применять фундаментальные научные знания для описания аэродинамических и внешнебаллистических процессов Шифр: В (ОК-10) –3	Отсутствие навыков.	Частичное владение способностью применять фундаментальные научные знания для описания аэродинамических и внешнебаллистических процессов	В целом успешное, но не систематическое владение способностью применять фундаментальные научные знания для описания аэродинамических и внешнебаллистических процессов	В целом успешное, но сопровождающееся незначительными ошибками владение способностью применять фундаментальные научные знания для описания аэродинамических и внешнебаллистических процессов	Успешное и систематическое владение способностью применять фундаментальные научные знания для описания аэродинамических и внешнебаллистических процессов

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ

ОПК-4 – обладать способностью осознать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы магистратуры по направлению «Баллистика и гидроаэродинамика»

Пороговый (входной) уровень знаний, умений, опыта деятельности, требуемый для формирования компетенции

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

ЗНАТЬ: основные фундаментальные знания в механике сплошной среды

УМЕТЬ: осуществлять отбор материала, характеризующего достижения механике сплошной среды с учетом специфики направления подготовки.

ВЛАДЕТЬ: методами и технологиями решения задач экспериментальных исследований.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ОПК-4
И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: области применимости различных методов экспериментальных исследований Шифр: 3 (ОПК-4) –3	Отсутствии знаний.	Фрагментарные знания области применимости различных методов экспериментальных исследований	Общие, но не структурированные знания области применимости различных методов экспериментальных исследований	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания области применимости различных методов экспериментальных исследований	Сформированные системные знания области применимости различных методов экспериментальных исследований
Уметь формулировать сложные инженерные задачи в области экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний Шифр: У (ОПК-4) –3	Отсутствии умений.	Фрагментарное умение формулировать сложные инженерные задачи в области экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний	В целом успешное, но не систематическое применение умений формулировать сложные инженерные задачи в области экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками умение формулировать сложные инженерные задачи в области экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний	Сформированное умение формулировать сложные инженерные задачи в области экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
Владеть методами решения и анализа задач экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний Шифр: В (ОПК-4) –3	1 Отсутствие навыков.	2 Фрагментарное владение методами решения и анализа задач экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний	3 В целом успешное, но не систематическое владение методами решения и анализа задач экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний	4 В целом успешное, но сопровождающееся значительными ошибками владение методами решения и анализа задач экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний	5 Успешное и систематическое владение методами решения и анализа задач экспериментальной аэродинамики и внешней баллистики на основе профессиональных знаний

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ

ПК-17 – обладать способностью и готовностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Профессиональная компетенция выпускника образовательной программы магистратуры по направлению «Баллистика и гидроаэродинамика»

Пороговый (входной) уровень знаний, умений, опыта деятельности, требуемый для формирования компетенции

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

ЗНАТЬ: основные фундаментальные знания в механике сплошной среды

УМЕТЬ: осуществлять отбор материала, характеризующего достижения механике сплошной среды с учетом специфики направления подготовки.

ВЛАДЕТЬ: методами и технологиями решения задач экспериментальных исследований.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПК-17
И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Знать основы аэродинамики высокоскоростных течений Шифр: 3 (ПК-11) –3		Фрагментарные знания в области основ аэродинамики высокоскоростных течений	В целом успешное, но не систематическое знание основ аэродинамики высокоскоростных течений	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками знание основ аэродинамики высокоскоростных течений	Сформированное систематическое знание основ аэродинамики высокоскоростных течений
Уметь применять знания на практике, в том числе проводить расчет легкогогазовых установок Шифр: У (ПК-11) –3	Отсутствие умений.	Фрагментарное умение применять знания на практике, в том числе проводить расчет метательных установок.	В целом успешное, но не систематическое умение применять знания на практике, в том числе проводить расчет легкогазовых установок	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками умение применять знания на практике, в том числе проводить расчет легкогазовых установок	Сформированное умение применять знания на практике, в том числе проводить расчет метательных установок

<p>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</p>	<p>Критерии оценивания результатов обучения</p>				
1	2	3	4	5	
<p>Владеет способами решения внешнебаллистических измерений и интерпретировать физический смысл полученного математического результата</p> <p>Шифр: В (ПК-11) – 3</p>	<p>Отсутствие навыков.</p>	<p>Фрагментарное владение способами решения внешнебаллистических измерений и интерпретировать физический смысл полученного математического результата</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение способами решения внешнебаллистических измерений и интерпретировать физический смысл полученного математического результата</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся значительными ошибками владение способами решения внешнебаллистических измерений и интерпретировать физический смысл полученного математического результата</p>	<p>Успешное и систематическое владение способами решения внешнебаллистических измерений и интерпретировать физический смысл полученного математического результата</p>

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

Шифр и название КОМПЕТЕНЦИИ

ПК-18 – способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, использованию современной измерительной и вычислительной техники

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

Профессиональная компетенция выпускника образовательной программы магистратуры по направлению «Баллистика и гидроаэродинамика»

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

ЗНАТЬ: основные фундаментальные знания в механике сплошной среды

УМЕТЬ: осуществлять отбор материала, характеризующего достижения механике сплошной среды с учетом специфики направления подготовки.

ВЛАДЕТЬ: методами и технологиями решения задач экспериментальных исследований.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПК-18
И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Знать основные Методы, лежащие в основе постановки задач экспериментальной аэродинамики Шифр: 3 (ПК-18) –1	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание основных методов, лежащих в основе постановки задач экспериментальной аэродинамики	Общие, но не структурированные знания основных методов, лежащих в основе постановки задач экспериментальной аэродинамики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов, лежащих в основе постановки задач экспериментальной аэродинамики	Сформированные системные знания основных методов, лежащих в основе постановки задач экспериментальной аэродинамики
Уметь решать экспериментальные задачи аэродинамики сверхзвуковых скоростей Шифр: У (ПК-18) –1	Отсутствие умений.	Фрагментарное умение решать экспериментальные задачи аэродинамики сверхзвуковых скоростей	В целом успешное, но не систематическое умение решать экспериментальные задачи аэродинамики сверхзвуковых скоростей	В целом успешное, но сопровождающееся ошибками умение решать экспериментальные задачи аэродинамики сверхзвуковых скоростей	Сформированное умение решать экспериментальные задачи аэродинамики сверхзвуковых скоростей

<p>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</p>	<p>Критерии оценивания результатов обучения</p>				
<p>Владеть способностью ориентироваться в применении различных методов решения экспериментальных задач аэродинамики и внешней баллистики Шифр: В (ПК-18) –1</p>	<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>	<p>5</p>
<p>Владеть способностью ориентироваться в применении различных методов решения экспериментальных задач аэродинамики и внешней баллистики</p>	<p>Отсутствие навыков.</p>	<p>Фрагментарное освоение способности ориентироваться в применении различных методов решения экспериментальных задач аэродинамики и внешней баллистики</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение способностью ориентироваться в применении различных методов решения экспериментальных задач аэродинамики и внешней баллистики</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся незначительными ошибками владение способностью ориентироваться в применении различных методов решения экспериментальных задач аэродинамики и внешней баллистики</p>	<p>Успешное и систематическое владение способностью ориентироваться в применении различных методов решения экспериментальных задач аэродинамики и внешней баллистики</p>

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций (знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности) должны соответствовать указанным в п.6 настоящего документа и соответствовать картам компетенций)

Вопросы самоконтроля знаний.

1. История развития техники эксперимента в аэромеханике. Основные понятия и определения.
2. Моделирование при аэромеханических экспериментах. Критерии подобия.
3. Аэродинамические трубы с подогревателями. Ударные трубы.
4. Ударные аэродинамические трубы. Ударные электромагнитные трубы.
5. Адиабатические установок.
6. Электромагнитные аэродинамические трубы.
7. Баллистические тир. Установки для высокоскоростного метания.
8. Применение взрывчатых веществ для получения высокоскоростных потоков и сильных ударных волн. Кумулятивные заряды.
9. Методы измерения сил. Весы механического, тензометрического и акселерометрического типа.

10. Методы визуализации и измерения плотности. Шлирен - метод.
11. Интерферометр Майкельсона.
12. Интерферометр Маха - Цендера.
13. Прибор ИАВ - 451.
14. Методы измерения плотности, основанные на поглощении.
15. Методы измерения температуры. Аппаратура для безинерционной регистрации температуры.

16. Спектрографы.
17. Ионизационные датчики.
18. Методы измерения числа Маха и скоростей потока. Насадки для измерения числа Маха.

19. Измерение коротких интервалов времени. Аналоговые методы, методы отсчета с интерполяцией, цифровые методы.

20. Искровые источники света. Открытая искра.
21. Скользящие и полупроводящие искровые заряды.
22. Капиллярные искровые заряды. Зарядящиеся искровые разрядники.
23. Электронооптические затворы. Затвор с ячейкой Керра.
24. Затвор Фарадея. Затвор с электронооптическим преобразователем изображения.

26. Растворные методы высокоскоростной кинематографии.
27. Получение и регистрация отдельных рентгеновских импульсов.
28. Кинематография в рентгеновских лучах.

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов

обучения.

На основе содержания курса, по каждому из разделов формулируются вопросы, об-суждаемые в ходе работы с преподавателем. Круг вопросов может выходить за рамки содержания данной дисциплины и касаться изложения курсов, перечисленных в раз-деле 4 настоящей программы. Уровень подготовки обучающихся и его оценка выяв-ляются в результате собеседований, обсуждений хода подготовки рефератов. Само-стоятельная работа студентов опирается на ряд учебных пособий. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы.

а) основная литература

1. Старовиков М. И. Введение в экспериментальную физику : учебное пособие / М. И. Старовиков. – СПб. [и др.] : Лань, 2016. – 235 с. – Режим доступа ЭБС Лань: https://e.lanbook.com/book/379#book_name
2. Строгалев В. П. Имитационное моделирование : [учебное пособие для вузов по специальности 170400 "Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие" / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 295 с.
3. Рыжаков В. В. Стохастические методы идентификации и оценивания характеристик средств измерения / В. В. Рыжаков, М. В. Рыжаков ; под ред. В. В. Рыжакова. – М. : Физматлит, 2015. – 141 с.
4. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении : учебное пособие / В. И. Крутков, В. И. Ершов, А. С. Чумадин, В. В. Курицына. – М. : Логос, 2011. – 431 с.

б) дополнительная литература

1. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Т.1,2. -М.:Высшая школа, 1980.- 495с.,416с.
2. Горлин С. М. Экспериментальная аэромеханика. - М: Высшая школа, 1970.
3. Горлин С. М., Слезингер И. И. Аэромеханические измерения-М: Наука, 1964.-720 с.
4. Медведева Н. П. Экспериментальная баллистика: [учебное пособие для специа-листов 160701 "Баллистика"]. Ч. 1 / Н. П. Медведева ; Том. гос. ун-т. – Томск : [б. и.], 2006. – 148 с. : ил.
5. Архипов В.А. Основы теории инженерно-физического эксперимента: учебное по-собие / В.А. Архипов, А.П. Березников. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2008. – 206 с.

- Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении об-разовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости).
- Технология поиска необходимой информации в традиционной форме, в форме электронных баз данных, в сети Интернет. Работа с научно-технической литерату-рой. Использование материалов, представленных в ранее изученных дисциплинах.

Анализ и компоновка собранных материалов в виде доклада и рефератов на заданную тему. Анализ результатов дискуссии. Изучение содержания докладов по рефератам.

Программное обеспечение курсов, предоставляющих изучению данной дисциплины компьютерные классы физико-технического факультета

- Описание материально-технической базы.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительный кластер ТТУ (суперкомпьютер) "СкифСубета". Сверхзвуковая Аэродинамическая труба. Набор демонстрационных установок.

12. Язык преподавания.

Русский.

13. Преподаватель (преподаватели)

Доцент каф. динамики полета



В.В. Фарапонов

Программа одобрена на заседании Ученого совета физико-технического факультета ТТУ от 21 апреля 2016 года, протокол № 44.