

Министерство науки и высшего образования РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.3.2 ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АППАРАТОВ АРКТ

(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

01.06.01 -- математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)
(указывается код и наименование направления подготовки)

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

(указывается наименование направленности)

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная, заочная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: зачет

(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)


Санкт-Петербург. 2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)
01.06.01 Математика и механика

Программу составили: кафедра А9 "Плазмогазодинамика и теплотехника"


Мальков В.М., проф., д.т.н. 

Эксперт(ы): *Заместитель начальника проектного отдела АО ЦКБ МТ «Рубин»,
д.т.н. Сухорукоев А.А.* 

Программа рассмотрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы А9 "Плазмогазодинамика и теплотехника", протокол № _____ от «___» _____ 2018 г.

Заведующий кафедрой, д.т.н., проф.  /Емельянов В.Н./

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) 01.00.00 Математика и механика, протокол № _____ от «___» _____ 2018 г.

Председатель УМК по УГНиСП, д.ф.-м.н., проф.  /Соколов Е.И./

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 10 2018 г.

Директор библиотеки  /Сесина Н.В./

1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю),

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общих для направления компетенций:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью осуществлять процедуру верификации используемой численной модели и, в том числе, способностью проектировать физические модели для экспериментальной проверки полученных численных результатов (ПК-2);

- способностью проводить экспериментальные исследования для решения задач газовой динамики авиа- и аэрокосмической тематики с использованием современных методов диагностики (ПК-3);

- способностью осуществлять комплексные теоретические и экспериментальные междисциплинарные исследования как, например, в области сверхзвуковых газовых и химических лазеров (на пересечении лазерной физики, физической кинетики, химии, оптики и газовой динамики) (ПК-4);

В результате освоения дисциплины (модуля) студенты будут знать:

1. этапы создания и проектирования современных проектов АРТК;
2. цели и задачи параметрических исследований на основе 3-D вязких течений при проектировании объектов АРТК;
3. процесс верификации численных моделей;
4. взаимосвязь теории и эксперимента;
5. основные виды и типы газодинамических установок для проведения аэрофизических экспериментов;

6. традиционные методы измерения параметров газовых потоков и . лазерные методики для получения газодинамических характеристик объектов АРТК.

уметь:

1. планировать проведение работ по проектированию объектов АРТК;
2. вырабатывать и согласовывать техническое задание по проекту
3. составлять и оформлять основной пакет документов по проекту;
4. планировать проведение испытаний объектов АРТК.

владеть:

основной суммой знаний необходимой для проектирования объектов АРТК и для проведения экспериментальной проверки характеристик созданного объекта АРТК .

приобретут опыт деятельности:

опыт в области проектирования объектов АРТК

2 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.) или 72 академических часов (час), в том числе:

- для очной формы обучения 18 час аудиторных занятий и 54 часов самостоятельной работы.

- для заочной формы обучения 4 часа аудиторных занятий и 68 часа самостоятельной работы.

Дисциплина (практико–ориентированная) преследует цель дать аспирантам определенный минимум профессиональных знаний и опыта, необходимых исследователю для проектирования объектов АРТК..

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах:

начертательная геометрия и проектирование в среде Solid Works;

высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, линейная алгебра, элементы математической физики);

физика (физические основы механики, основы квантовой электроники, основы оптики – геометрической оптики и взаимодействие излучения с веществом);

аэрогидромеханика (основы механики сплошных сред, газовая динамика и теория

пограничного слоя);

основы термодинамики и теплопередачи.

3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

Распределение трудоемкости учебной работы в таблицах представлено для очной и заочной форм обучения в аспирантуре в следующем формате:

число акад. часов для очной формы / число акад. часов для заочной формы.

3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
Аудиторные занятия, в том числе:	18/4
Лекционные занятия (ЛЗ)	12/4
Научно-практические занятия (НПЗ)	4/0
Семинары (С)	
Исследовательские лабораторные работы (ИЛР)	2/0
Индивидуальные консультации (К)	
Самостоятельная работа (СР), в том числе:	54/68
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР)	
Выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ)	
Подготовка рефератов (Р)	
Всего:	72/72

3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)		Формы самостоят ельной
		всего	очная форма обучения	

			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	работы ^{*)}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Газовая динамика: новые объекты и направления, новые задачи на пересечении с другими науками (физикой, химией, оптикой, квантовой электроникой). Теория и эксперимент. Современное проектирование сложных газодинамических устройств.	7/8	1/0					6/8	Изучение рекомендованной литературы
2	Этапы проектирования и отработки сложных газодинамических устройств. Краткая характеристика этапов. Цели и задачи, решаемые на стадии этих этапов.	7/8	1/0					6/8	Изучение рекомендованной литературы
3	Техническое задание и эскизный проект. Оценка в 1-ом приближении геометрии и характеристик газодинамического канала: аналитика, 1-мерные полуэмпирические модели.	11/8	2/0	1/0				8/8	РИР, ИЗ
4	Проверка работоспособности выбранных решений на стадии эскизного проектирования, оптимизация характеристик газодинамического канала. Оптимизация геометрии.	15/12	2/2	1/0	2/0			10/10	ИЗ

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостоят ельной работы*)
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
	Параметрические численные исследования течений в проектируемом канале на основе 3-D вязких моделей: Верификация численных моделей								
5	Документация. Производство и сопровождение проекта. Пуско-наладочные испытания. Цели и задачи этих этапов.	12/8	2/0	2/0				8/8	ИЗ
6	Испытания моделей как этап создания образцов новой техники. Основной инструментарий для испытания моделей и опытных образцов: установки и стенды для аэро-физических исследований.	10/13	2/1					8/12	
7	Получения характеристик моделей и опытных образцов: измеряемые стандартные газодинамические параметры, аэрооптические характеристики и характеристики неравновесных течений. Традиционные и современные	10/15	2/1					8/14	Р

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)						Формы самостоят ельной работы *)
		всего	очная форма обучения					
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	
	экспериментальные методы и методики (в том числе лазерные). Результаты испытаний как данные для верификации численных моделей.							
	Итого:	72/72	12/ 4	4/0	2/0			54/6 8

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛР – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся;

3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
1	1	Новые объекты и новые задачи в ГД. Этапы и научные исследования в процессе реализации крупных инновационных проектов. Теория и эксперимент. Численные параметрические исследования на основе решений 3-D вязких уравнений – новые возможности для современного газодинамического проектирования	1/0	[1,2]
2	2	Этапы проектирования и отработки сложных газодинамических устройств: согласование	1/0	[1]

		технического задания; эскизный проект; параметрические исследования течений в проектируемом канале на основе 3-D вязких моделей с целью принятия окончательных решений по проекту; техническая документация; производство и сопровождение проекта; пусконаладочные испытания – получение информации для доводки устройства.		
3	3	Согласование технического задания и эскизный проект. Задачи эскизного проектирования. Одномерные интегральные полуэмпирические модели – теоретическая основа для получения в 1-ом приближении характеристик проектируемого устройства. Важность оценки 1-ого приближения для последующего параметрического исследования течений на основе 3-D вязких моделей.	2/0	[1,4,5]
4	4,5	Параметрические численные исследования течений в проектируемом канале на основе 3-D вязких моделей: проверка работоспособности выбранных решений в проекте, оптимизация характеристик будущего устройства. Верификация численных моделей: подбор физических моделей, характеризующих данное течение; подбор модели турбулентности; выбор областей сгущения сетки; сходимость по сетке; сравнение с опытными данными.	2/2	[1,3,4,5]
5	6	Документация: теоретические основы реализации данного проекта и результаты оценочных расчетов; описание проекта; результаты параметрических исследований;	2/0	[1,4,5]

		техническое описание проекта (включая систему управления, системы хранения и подачи компонент ит.д.); и прочностные расчеты; инструкция по сборке (и техника безопасности); Производство и сопровождение проекта. Пуско-наладочные испытания. Цели и задачи этих этапов.		
6	7,8	Испытания моделей как этап создания образцов новой техники. Установки и стенды для проведения аэрофизических экспериментов. Аэродинамические трубы - АДТ: дозвуковые, трансзвуковые и криогенные трансзвуковые, сверхзвуковые, гиперзвуковые. Типы экспериментов, проводимых на АДТ. Высокоскоростные АДТ: с разрядной камерой, адиабатического сжатия, ударные, ударные с поршнем. Баллистические трассы, аэродинамические тележки, летные испытания. Натурные эксперименты	2/1	[4,6]
7	8,9	Получения характеристик моделей и опытных образцов –завершающий этап проекта (или цикла в большом проекте.) Оптические методы визуализации: Шлирен-метод и интерферометрия. Датчики и насадки для измерения полей полного и статического давлений. Измерения сил и моментов - механические и тензометрические весы. Измерение турбулентных характеристик потоков -термоанемометрия. Термопары и датчики тепловых потоков. Тепловизоры. Лазер: физические основы работы и свойства лазерного излучения. Лазерные диагностики:	2/1	[4,6]

		ЛДИС, LIF, PIF – схемы и принципы работы. Метод фокального пятна – измерения оптического качества газовых потоков. Метод резонансного просвечивания – измерения инверсных свойств неравновесного потока газа.		
		Итого:	12/4	

Тематика научно–практических занятий

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов	Литература
3	1	Установки и стенды для проведения аэрофизических исследований (конструкция, порядок проведения экспериментов, техника безопасности).	1/0	[1,4,5]
4	2	Методы и приборы для измерений параметров потока газа и жидкости (устройство и порядок проведения измерений)	1/0	[1,3,4,5]
5	3	Оптические и лазерные методики для визуализации и измерения параметров потока газа (схемы приборов, настройка, порядок проведения экспериментов).	2/0	[1,4,5]
		Итого:	4/0	

Тематика исследовательских лабораторных занятий

Таблица 5

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов	Литература
4		Измерение полей полного и статического давлений в спутной сверхзвуковой струе.	2/0	[1,4,5]

4. Перечень заданий для самостоятельной работы

Таблица 7

Задания ^{*)}	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ	5	10	3
Выполнение отдельных исследовательских заданий	4,6,7	8,10,11	3,4,5
Подготовка рефератов	6	16	7

5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

5.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 8

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Устный опрос		10	1-3
Устный опрос		16	4-7

5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов.

Примерные контрольные вопросы:

1. Этапы и научные исследования в процессе реализации крупных инновационных проектов. Теория и эксперимент.
2. Численные параметрические исследования на основе решений 3-D вязких уравнений
3. Этапы проектирования и отработки сложных газодинамических устройств
4. Согласование технического задания и эскизный проект. Задачи эскизного проектирования.
5. Одномерные интегральные полуэмпирические модели.
6. Параметрические численные исследования течений в проектируемом канале на основе 3-D вязких моделей.
7. Верификация численных моделей.
8. Документация при реализации проекта.
9. Производство и сопровождение проекта.
10. Пуско-наладочные испытания.
11. Испытания моделей как этап создания образцов новой техники.
12. Установки и стенды для проведения аэрофизических экспериментов.

13. Аэродинамические трубы - АДТ: дозвуковые, трансзвуковые и криогенные трансзвуковые, сверхзвуковые, гиперзвуковые. Типы экспериментов, проводимых на АДТ.
14. Высокоэнthalпийные АДТ: с разрядной камерой, адиабатического сжатия, ударные, ударные с поршнем.
15. Баллистические трассы, аэродинамические тележки, летные испытания.
16. Оптические методы визуализации: Шлирен-метод и интерферометрия.
17. Датчики и насадки для измерения полей полного и статического давлений.
18. Измерения сил и моментов - механические и тензометрические весы.
19. Измерение турбулентных характеристик потоков - термоанемометрия.
20. Термопары и датчики тепловых потоков.
21. Тепловизоры.
22. Лазер: физические основы работы и свойства лазерного излучения.
23. Лазерные диагностики: ЛДИС, LIF, PIF – схемы и принципы работы.
24. Метод фокального пятна – измерения оптического качества газовых потоков.
25. Метод резонансного просвечивания – измерения инверсных свойств неравновесного потока газа

5.3 Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением потоково-групповых с использованием информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

Весь лекционный материал представляется в виде подробных презентаций (электронный вид курса)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

Таблица 9

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания*
1	Мальков В.М., Киселев И.А., Орлов А.Е.	Пособие к практическим занятиям : «Основы проектирования проточных газовых лазеров»	БГТУ-«Военмех», СПб	2012.
2	Мальков В.М., Киселев И.А., Орлов А.Е.	Учебное пособие : «Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров»	БГТУ-«Военмех», СПб.	2010.

6.2 Дополнительная литература:

Таблица 10

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
3	Мурашкина Т.И. и др.	Теория измерений: учебное пособие для вузов (151 стр.)	Москва: Высшая. шк.	2007.
4	Александровская Л.Н. и др.,	Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: учебное пособие для вузов (736 стр.)	Москва: Логос	2003.
5	Батоврин В. К. и др.	LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий:	Москва: ДМК Пресс	2005

		учебное пособие для вузов. (205 стр.)		
6	Рогов В.А., Позняк Г.Г..	Методика и практика технических экспериментов: учебное пособие. (288 стр.)	Москва: Академия	2005.

6.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

1. <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ».
2. Электронные ресурсы библиотеки института на сайте library.voenmeh.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды):

- 1) Газодинамическая лаборатория кафедры А9: дозвуковая и сверхзвуковая аэродинамические трубы, оснащенные теневым оптическим прибором ИАБ 451, средствами измерения и записи давления в потоке газа и на поверхности тел, аэродинамическими двухкомпонентными весами.
- 2) Лаборатория динамики разреженных газов кафедры А9: барокамера, оснащенная приборами для измерения плотности в потоке разреженного газа.
- 3) Теплотехническая лаборатория кафедры А9.
- 4) компьютерный класс кафедры А9: рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

7.2 Средства обеспечения освоения дисциплины:

1. Пакеты программ САЕ-технологий, имеющиеся на кафедре А9 в лицензионном пользовании. Состав пакетов, доступных для лицензионного использования меняется в соответствии с получением или истечением срока лицензии.
2. Курс лекций в виде презентаций (15 презентаций)