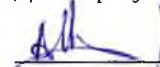


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаков Л. П.  
ФИО  
« 31 » 05 20 22

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОТОБРАЖЕНИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

### 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Пинчук Владимир Афанасьевич, д.т.н., профессор



Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ

Гашевский Егор Михайлович, старший преподаватель



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОТОБРАЖЕНИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 — способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-6**

*знания:*

на уровне представлений: формирование у студента системы знаний, базирующейся на фундаментальных представлениях о ракетном двигателе (РД), как сложной технической системе, охватывающей широкое разнообразие типов электрофизических отображений (ЭФО) рабочих процессов РД, указывающей на их информационную и диагностическую содержательность, определяющей на стадии разработки двигателей принципы использования ЭФО для достижения высоких уровней эксплуатационной надёжности и энергетической эффективности РД;

на уровне воспроизведения: модель физических представлений о составе и характере регистрируемых электрофизических отображений рабочих процессов РД, базовые представления о механизмах их формирования, расчётные методики оценки их параметров;

на уровне понимания: модель механизмов формирования ЭФО рабочего процесса РД, обосновывающую их информацию и диагностическую содержательность; варианты использования ЭФО для повышения эксплуатационных характеристик РД; факторы, свидетельствующие в пользу существования зарядового механизма энергоподпитки внутрикамерной ВЧ-неустойчивости (ВЧН) РД; концептуальная модель представлений о механизме энергоподпитки внутрикамерной ВЧН;

*умения:*

теоретические - методы использования ЭФО в составе диагностической информации о рабочем процессе;

практические - формировать и использовать математическое обеспечение моделей механизма формирования электрофизических отображений рабочего процесса для обоснования их информативной и диагностической содержательности;

*навыки:*

формирования (выбора) вариантов схемных решений систем диагностики РД с использованием и информации об электрофизических отображениях рабочего процесса.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОТОБРАЖЕНИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ПСК-4 — Способен проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-6
5	9	<b>Раздел 1. Введение в дисциплину.</b> Введение в теорию плазмы. Определения. Условия ионизированного равновесия среды. Плазменные модели; одно/жидкостная, двухжидкостная, трехжидкостная. Системы уравнений связей параметров газовых сред в рамках модельных плазменных описаний.	7	3	2	1	4	20
5	9	<b>Раздел 2. Механизм формирования ЭФО в камере сгорания РД.</b> Модель формирования электрофизических отображений (ЭФО) характеристик нестационарности рабочего процесса в камерах сгорания двигателя. Общие физические представления. Математическое описание механизма формирования электрофизических отображений нестационарностей РД (в рамках трехжидкостной плазменной модели). Явление неустойчивостей в распределении электрического заряда по объему. Общие особенности проявлений развития зарядовых неустойчивостей в камерах РД. Обусловленность внутрикамерной и зарядовой неустойчивостей. Информационная и диагностическая содержательность ЭФО.	22	7	3	4	15	20
5	9	<b>Раздел 3. Механизм двигательной электризации.</b> Модель механизма электризации РД. Система уравнений (в общем виде). Характер решения. Результаты. Сопоставление результатов" машинного эксперимента с экспериментальными материалами исследований двигательной электризации.	28	8	4	4	20	20
5	9	<b>Раздел 4. Механизм формирования ЭФО на стадии истечения ПС из сопла.</b> Модель формирования электрофизических отображений внутрикамерного процесса в потоках при истечении продуктов сгорания из сопла. Система уравнений. Представление системы в виде, удобном для решения. Условия замыкания. Машинный эксперимент. Результаты решения и их обсуждение. Информационная и диагностическая содержательность ЭФО, регистрируемых в потоках ПС в том числе и за срезом сопла. Сопоставление с экспериментом. Направление использования результатов в практике разработки и эксплуатации РД.	24	9	4	5	15	20
5	9	<b>Раздел 5. Прикладная значимость использования ЭФО.</b> Направления практических приложений плазменных моделей для исследований в области специальной и общей энергетики.	27	7	4	3	20	20
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Плазменное состояние. Определения. Условия ионизированного равновесия среды. Плазменные модели: одножидкостная, двухжидкостная, трехжидкостная. Системы уравнений связей параметров газовых сред в рамках модельных плазменных описаний.	1
2	Раздел 2. Механизм формирования ЭФО в камере сгорания РД.	Модель формирования электрофизических отображений (ЭФО) характеристик нестационарности рабочего процесса в камерах сгорания двигателя. Общие физические представления. Математическое описание механизма формирования электрофизических отображений нестационарностей РД (в рамках трехжидкостной плазменной модели). Явление неустойчивостей в распределении электрического заряда по объему. Общие особенности проявлений развития зарядовых неустойчивостей в камерах РД. Обусловленность внутрикамерной и зарядовой неустойчивостей. Информационная и диагностическая содержательность ЭФО.	4
3	Раздел 3. Механизм двигательной электризации.	Модель механизма электризации РД. Система уравнений (в общем виде). Характер решения. Результаты. Сопоставление результатов" машинного эксперимента с экспериментальными материалами исследований двигательной электризации.	4
4	Раздел 4. Механизм формирования ЭФО на	Модель формирования электрофизических отображений внутрикамерного процесса в потоках при истечении продуктов сгорания из сопла. Система уравнений. Представление системы в виде, удобном для решения. Условия замыкания. Машинный эксперимент.	5

	стадии истечения ПС из сопла.	Результаты решения и их обсуждение. Информационная и диагностическая содержательность ЭФО, регистрируемых в потоках ПС в том числе и за срезом сопла. Сопоставление с экспериментом. Направление использования результатов в практике разработки и эксплуатации РД.	
5	Раздел 5. Прикладная значимость использования ЭФО.	Направления практических приложений плазменных моделей для исследований в области специальной и общей энергетики.	3
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	4
2	Раздел 2. Механизм формирования ЭФО в камере сгорания РД.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	15
3	Раздел 3. Механизм двигательной электризации.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	20
4	Раздел 4. Механизм формирования ЭФО на стадии истечения ПС из сопла.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	15
5	Раздел 5. Прикладная значимость использования ЭФО.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	20
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>74</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>9</b>					КПос	ДР	Колл			ДР	Колл			КПос		ДР	Колл, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Колл – коллоквиум;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- коллоквиум.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Пинчук, В. А. Пинчук. . Шаровая молния: физические основы, концепция представлений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 6 экз.
2. В. А. Пинчук. . Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 10 экз.
3. В. А. Пинчук. . Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
4. Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин. . Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1989, 24 экз.
5. Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 26 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОТОБРАЖЕНИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ОПК-6 способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением диффузионных и кинетических процессов превращения химической энергии в тепловую, обеспечения теплозащиты и охлаждения конструкции, а также закономерностей создания аппаратов максимального тепловыделения при оптимальных геометрических и массовых характеристиках.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- коллоквиум.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение в дисциплину.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	В. А. Пинчук. . Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин. . Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1989 (1) А. В. Пинчук, В. А. Пинчук. . Шаровая молния: физические основы, концепция представлений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (6.4-7.1) Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1.1-1.3)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Механизм формирования ЭФО в камере сгорания РД.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	В. А. Пинчук. . Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3)	15
Итого по разделу 2		15
<b>Раздел 3. Механизм двигательной электризации.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	В. А. Пинчук. . Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3-5)	20
Итого по разделу 3		20
<b>Раздел 4. Механизм формирования ЭФО на стадии истечения ПС из сопла.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	В. А. Пинчук. . Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (7)	15
Итого по разделу 4		15
<b>Раздел 5. Прикладная значимость использования ЭФО.</b>		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела.	В. А. Пинчук. . Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6,7)	20
Итого по разделу 5		20

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- контроль посещаемости;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Коллоквиум

Коллоквиум включает в себя устный ответ на один вопрос преподавателя. Коллоквиум считается сданным при степени полноты и правильности ответа на вопрос более 60%. Примеры вопросов представлены в УМК дисциплины.

#### Контроль посещаемости

Критерий оценивания - посещение студентом не менее 75 % лекций. Отработка пропущенных занятий не требуется

#### Зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Зачет проходит в форме тестирования и считается сданным при наличии не менее 60% правильных ответов.

Тест состоит из 10 теоретических вопросов, входящих в состав УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-6	
5	9	Раздел 1. Введение в дисциплину.	7	3	2	1	4	20	Контроль посещаемости, Коллоквиум
5	9	Раздел 2. Механизм формирования ЭФО в камере сгорания РД.	22	7	3	4	15	20	Контроль посещаемости, Коллоквиум
5	9	Раздел 3. Механизм двигательной электризации.	28	8	4	4	20	20	Контроль посещаемости, Коллоквиум
5	9	Раздел 4. Механизм формирования ЭФО на стадии истечения ПС из сопла.	24	9	4	5	15	20	Контроль посещаемости, Коллоквиум
5	9	Раздел 5. Прикладная значимость использования ЭФО.	27	7	4	3	20	20	Контроль посещаемости, Коллоквиум
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	