

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

Юнаков Л. П.  
(подпись) ФИО  
«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНИКА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СИЛОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Направление/специальность подготовки	12.04.01 Приборостроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Измерительные информационные технологии
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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	10	3	108	51	0	0	51	57	0	0	57	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**12.04.01 Приборостроение**

год набора группы: 2022

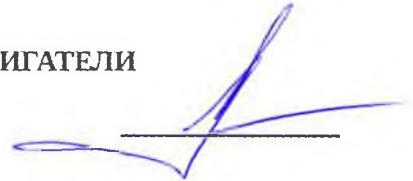
Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Евстафьев Виктор Александрович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНИКА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СИЛОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

### **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:

ПСК-1.1 — Способность осуществлять организационно-техническое управление работами по созданию датчиков-преобразующей аппаратуры для изделий РКТ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

**ПСК-1.1**

*знания:*

Устройства и функционирования первичных преобразователей, используемых при испытаниях силовых конструкций космических аппаратов;

*умения:*

Разрабатывать принципиальные схемы измерительных систем, используемых при испытаниях силовых конструкций КА.;

*навыки:*

Анализировать особенности, достоинства и недостатки первичных преобразователей, используемых при испытаниях силовых конструкций КА..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНИКА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СИЛОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.04.01 Приборостроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ, АНАЛОГОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
- ПК-95 — способен к критическому мышлению в цифровой среде, оценке информации, ее достоверности, построению логических умозаключений на основании поступающих информации и данных
- ПСК-1.1 — Способность осуществлять организационно-техническое управление работами по созданию датчиков-преобразующей аппаратуры для изделий РКТ
- ПСК-1.2 — Способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в области приборостроения

### 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	Практические занятия		ПСК-1.1
5	10	Раздел 1. Общие сведения о силовых конструкциях космических аппаратов и их нагружении. Требования, предъявляемые к конструкции. Классификация нагрузок. Статические нагрузки. Внешние силы. Внутренние силовые факторы. Динамические нагрузки. Конструктивно-силовые схемы (КСС) отсеков корпуса КА. КСС и формы топливных баков. КСС солнечных батарей. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Особенности и применение металлических и композиционных конструкционных материалов.	30	12	12	18	14
5	10	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых несущих конструкций КА. Герметичный приборный отсек. Стрингерный отсек. Ферменный отсек. Подвесной сферический бак.	42	24	24	18	26
5	10	Раздел 3. Измерительно-информационная техника при статических испытаниях конструкций КА. Стенды для статических испытаний конструкций КА. Измерительные системы стендов.	14	7	7	7	20
5	10	Раздел 4. Измерительно-информационная техника при динамических испытаниях конструкций КА. Стенды для динамических испытаний конструкций КА. Измерительные системы стендов.	15	8	8	7	20
5	10	Раздел 5. Измерительно-информационная техника при пневмогидравлических испытаниях конструкций КА. Стенды для пневмогидравлических испытаний. Измерительные системы стендов.	7	0	0	7	20
Всего за 10 семестр			108	51	51	57	100
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о силовых конструкциях космических аппаратов и их нагружении.	Расчет нагрузок, действующих на конструкции отсеков корпуса КА.	12
2	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых несущих конструкций КА.	Проектировочный прочностной расчет конструкции корпуса герметичного приборного отсека космического аппарата.	9
3		Проектировочный прочностной расчет конструкции ферменного отсека.	6
4		Проектировочный прочностной расчет конструкции корпуса стрингерного отсека космического аппарата.	9
5	Раздел 3. Измерительно-информационная техника при статических испытаниях конструкций КА.	Тензорезисторы: схемы размещения, схемы подключения, определение напряжений по показаниям тензорезисторов.	7
6	Раздел 4. Измерительно-информационная техника при динамических испытаниях конструкций КА.	Виды возбудителей колебаний вибростендов. Виды датчиков виброускорений.	8
Всего за 10 семестр			51

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о силовых конструкциях космических аппаратов и их нагружении.	Изучение литературы по теме раздела.	10
2		Выполнение	4

		практического задания.	
3		Подготовка к сдаче практического задания.	4
4		Изучение литературы по теме раздела.	4
5	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых несущих конструкций КА.	Выполнение практических заданий.	10
6		Подготовка к сдаче практических заданий.	4
7		Изучение литературы по теме раздела.	3
8	Раздел 3. Измерительно-информационная техника при статических испытаниях конструкций КА.	Выполнение практического задания.	2
9		Подготовка к сдаче практического задания.	2
10		Подготовка к сдаче практического задания.	2
11	Раздел 4. Измерительно-информационная техника при динамических испытаниях конструкций КА.	Изучение литературы по теме раздела.	3
12		Выполнение практического задания.	2
13	Раздел 5. Измерительно-информационная техника при пневмогидравлических испытаниях конструкций КА.	Изучение литературы по теме раздела.	7
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>57</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
10					Отч. по ПЗ	ДР				ДР			Отч. по ПЗ			ДР	ОС, Отч. по ПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
2. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
3. В. А. Евстафьев. . Испытания на удар. [СПб.]БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
4. Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов. . Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем. М.: Логос, 2003, 17 экз.
5. М. Д. Евтифьев. . Испытания ракетно-космической техники. КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 50 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. П. Соустин, Н. А. Тестоедов, Н. А. Рудомёткин. . Виброиспытания космических аппаратов. Новосибирск: Наука, 2000, 3 экз.

### 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;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <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. Практические занятия:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **6.2. 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 **ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНИКА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СИЛОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.04.01 Приборостроение*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 Способность осуществлять организационно-техническое управление работами по созданию датчиков-преобразующей аппаратуры для изделий РКТ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с силовыми конструкциями космических аппаратов, их нагружением и испытаниями.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.
Раздел 1. Общие сведения о силовых конструкциях космических аппаратов и их нагружении.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-4)	10
Выполнение практического задания.		4
Подготовка к сдаче практического задания.		4
Итого по разделу 1		18
Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых несущих конструкций КА.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2, 3) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5)	4
Выполнение практических заданий.		10
Подготовка к сдаче практических заданий.		4
Итого по разделу 2		18
Раздел 3. Измерительно-информационная техника при статических испытаниях конструкций КА.		
Изучение литературы по теме раздела.	Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов. . Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: М.: Логос, 2003 (7) М. Д. Евтифьев. . Испытания ракетно-космической техники: КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1)	3
Выполнение практического задания.		2
Подготовка к сдаче практического задания.		2
Итого по разделу 3		7
Раздел 4. Измерительно-информационная техника при динамических испытаниях конструкций КА.		
Подготовка к	Б. П. Соустин, Н. А. Тестоедов, Н. А. Рудомёткин. . Виброиспытания	2

сдаче практического задания.	космических аппаратов: Новосибирск: Наука, 2000 (3, 5) В. А. Евстафьев. . Испытания на удар: [СПб.]БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1, 2)	
Изучение литературы по теме раздела.	Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов. . Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: М.: Логос, 2003 (7)	3
Выполнение практического задания.		2
Итого по разделу 4		7
<b>Раздел 5. Измерительно-информационная техника при пневмогидравлических испытаниях конструкций КА.</b>		
Изучение литературы по теме раздела.	М. Д. Евтифьев. . Испытания ракетно-космической техники: КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3)	7
Итого по разделу 5		7

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов;
- экзамен.

### 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.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию (семестр 7 раздел 1, семестр 7 раздел 2, семестр 7 раздел 3, семестр 7 раздел 4):

Отчеты по практическому заданию представляются на листах формата А4. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
- небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.

Практическое задание зачитывается при наборе студентом не менее 60 баллов.

#### Устный опрос студентов

Каждому студенту устно задается один вопрос. Ответ зачитывается при отсутствии в ответе грубых ошибок.

#### Экзамен

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.

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. К экзамену допускаются студенты, защитившие все практические задания, предусмотренные рабочей программой.

Экзамен проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «отлично» – 86-100 баллов;
- «хорошо» – 71-85 баллов;
- «удовлетворительно» – 60-70 баллов.

Вопросы к экзамену размещены в 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	Практические занятия		ПСК-1.1	
5	10	Раздел 1. Общие сведения о силовых конструкциях космических аппаратов и их нагружении.	30	12	12	18	14	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых несущих конструкций КА.	42	24	24	18	26	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 3. Измерительно-информационная техника при статических испытаниях конструкций КА.	14	7	7	7	20	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 4. Измерительно-информационная техника при динамических испытаниях конструкций КА.	15	8	8	7	20	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 5. Измерительно-информационная техника при пневмогидравлических испытаниях конструкций КА.	7	0	0	7	20	Устный опрос студентов
Всего за 10 семестр			108	51	51	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100	