

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Практикум по аэрофизическому эксперименту**

: 24.03.03

, :

: 4, : 7

|           |         |          |
|-----------|---------|----------|
|           |         |          |
|           |         | <b>7</b> |
| <b>1</b>  | ( )     | 5        |
| <b>2</b>  |         | 180      |
| <b>3</b>  | , .     | 101      |
| <b>4</b>  | , .     | 18       |
| <b>5</b>  | , .     | 0        |
| <b>6</b>  | , .     | 72       |
| <b>7</b>  | , .     | 0        |
| <b>8</b>  | , .     | 2        |
| <b>9</b>  | , .     | 9        |
| <b>10</b> | , .     | 79       |
| <b>11</b> | ( , , ) |          |
| <b>12</b> |         |          |

( ): 24.03.03

1413 03.12.2015 . , : 31.12.2015 .

: 1, ,

( ): 24.03.03

, 6 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

, . . . . . . . .

:

, . . . . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

**Компетенция ФГОС: ПК.1** готовностью формулировать, анализировать и решать инженерные задачи в области баллистики и гидроаэродинамики, механики движения и управления движением на основе профессиональных знаний; *в части следующих результатов обучения:*

1.

3.

**Компетенция ФГОС: ПК.10** уменнем выполнять измерения и проводить наблюдения, составлять описания исследований, обрабатывать и анализировать полученные результаты исследований, составлять по ним технические отчеты и оперативные документы, технические справки и другие сведения, готовить данные и материалы для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; *в части следующих результатов обучения:*

1.

**Компетенция ФГОС: ПК.8**

уменнем давать математическое описание баллистических и гидроаэродинамических параметров и характеристик объектов, параметров и характеристик механики движения и управления движением объектов, выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных методик и пакетов программ; *в части следующих результатов обучения:*

2.

**Компетенция ФГОС: ПК.9** готовность к проведению физических и численных экспериментов, других научных исследований, испытаний опытных образцов объектов по заданным методикам; *в части следующих результатов обучения:*

1.

2.

# 2.

2.1

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

|   |     |
|---|-----|
| <b>.1. 1</b>  |     |
| 1.О моделировании условий полета летательных аппаратов различного назначения.   | ; ; |
| 2.Методы и средства пневмометрических измерений в газовых потоках и на поверхности тел.   | ; ; |
| <b>.1. 3</b>  |     |
| 3.О значениях и постановке экспериментальных исследований в аэродинамике применительно к задачам авиационно-космической техники | ; ; |
| 4.О пневмометрических методах измерений   | ; ; |
| <b>.8. 2</b>  |     |
| 5.Об аэродинамических трубах малых, трансзвуковых, сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростей                                      | ; ; |
| <b>.9. 1</b>  |     |
| 6.Методы и средства измерений сил и моментов в аэродинамических трубах различных скоростей.                                     | ; ; |

|  |     |
|--|-----|
| <b>.9. 2</b>   |     |
| 7.О методах измерения сил и моментов, действующих на модель  | ; ; |
| <b>.10. 1</b>  |     |
| 8.О методах измерения в пограничных слоях                    | ; ; |
| 9.О методах измерения характеристик турбулентности в потоках | ; ; |
| 10.О методах визуализации газовых потоков                    | ; ; |
| 11.Об оптических методах исследования газовых потоков        | ; ; |

**3.**

3.1

|     |   |     |              |
|-----|---|-----|--------------|
|     |   |     |              |
| :7  |   |     |              |
|     | : | "," | "            |
| 1.  | 0 | 2   | 1,3          |
|     | : | "," | ","          |
| 2.  | 0 | 2   | 1,3          |
|     | : | "," | "            |
| 4.  | 0 | 2   | 1,5          |
|     | : |     | "            |
| 7.  | 0 | 4   | 2,4          |
|     | : | "," | "            |
| 8.  | 0 | 4   | 6,7          |
|     | : | "   |              |
| 10. | 0 | 4   | 10, 11, 8, 9 |

3.2

|    |   |     |     |
|----|---|-----|-----|
|    |   |     |     |
| :7 |   |     |     |
|    | : | "," | "," |

|        |   |    |         |  |
|--------|---|----|---------|--|
| 3.     | 0 | 8  | 1, 3    |  |
| 5.     | 0 | 8  | 1, 3    |  |
| :" " " |   |    |         |  |
| 6.     | 0 | 16 | 1, 3, 5 |  |
| :" "   |   |    |         |  |
| 7.     | 0 | 8  | 1, 2, 4 |  |
| :" " " |   |    |         |  |
| 11.    | 0 | 8  | 6, 7    |  |
| :" "   |   |    |         |  |
| 11.    | 0 | 8  | 8, 9    |  |
| 12.    | 0 | 8  | 10, 11  |  |
| 13.    | 0 | 8  | 10, 11  |  |

4.

|     |   |                                      |    |   |
|-----|---|--------------------------------------|----|---|
|     |   |                                      |    |   |
| :7  |   |                                      |    |   |
| 1   |   | 3                                    | 10 | 0 |
| 3-4 | <p>1:<br/> / . . . . - ;[ . . . . , . . . .<br/> . . . . ; . . . . ].- , 1995. - 163 . :<br/> 3-4 /<br/> . . . . - ;[ . . . . , . . . . ].-<br/> 2010. - 40, [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000138621<br/> / [ . . . . ] ; . . . . - . -<br/> 2010. - 115 . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140654<br/> 3-4 /<br/> . . . . - ;[ . . . . ].- , 2008. - 61, [2] . : .. - :<br/> http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556</p> |                                      |    |   |
| 2   |   | 1, 10, 11, 2, 3,<br>4, 5, 6, 7, 8, 9 | 51 | 0 |

1: 3-4  
 / . . . - ;[ . . . , . . . , . . .  
 .; . . . ].- , 1995. - 163 .: :  
 3-4 / . . .  
 - ;[ . . . , . . . ].- , 2010. - 40, [1] .: .. -  
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000138621 :  
 / [ . . . ]; . . . -.- , 2010. - 115 .: ., .. -  
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000140654 :  
 3-4 / . . . - ;[ . . .  
 ].- , 2008. - 61, [2] .: .. - :  
 http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000081556

|   |  |                                      |    |   |
|---|--|--------------------------------------|----|---|
| 3 |  | 1, 10, 11, 2, 3,<br>4, 5, 6, 7, 8, 9 | 18 | 9 |
|---|--|--------------------------------------|----|---|

1: 3-4  
 / . . . - ;[ . . . , . . . , . . .  
 .; . . . ].- , 1995. - 163 .: :  
 3-4 / . . .  
 - ;[ . . . , . . . ].- , 2010. - 40, [1] .: .. -  
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000138621 :  
 / [ . . . ]; . . . -.- , 2010. - 115 .: ., .. -  
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000140654 :  
 3-4 / . . . - ;[ . . .  
 ].- , 2008. - 61, [2] .: .. - :  
 http://elibrary.nstu.ru/source?bib\_id=vtls000081556

**5.**

’ ( . 5.1).  
 5.1

|  |                          |
|--|--------------------------|
|  | -                        |
|  | e-mail:agd@craft.nstu.ru |

**6.**

( ), - 15- ECTS.  
 . 6.1.

6.1

|                        |    |    |
|------------------------|----|----|
|                        |    |    |
| : 7                    |    |    |
| Подготовка к занятиям: | 0  |    |
| Лабораторная:          | 36 | 72 |
| РГЗ:                   | 4  | 8  |
| Зачет:                 | 10 | 20 |
|                        |    |    |

|            |    |   |   |
|------------|----|---|---|
|            |    |   |   |
| <b>.1</b>  | 1. | + | + |
|            | 3. |   | + |
| <b>.10</b> | 1. |   | + |
| <b>.8</b>  | 2. |   | + |
| <b>.9</b>  | 1. |   | + |
|            | 2. |   | + |

1

## 7.

1. Харитонов А. М. Техника и методы аэрофизического эксперимента : [учебное пособие для вузов по направлению бакалавров и магистров 160100 "Авиа- и ракетостроение" и др.] / А. М. Харитонов. - Новосибирск, 2011. - 642 с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000157312](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157312)

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

## 8.

## 8.1

1. Гидрогазодинамика : лабораторный практикум для студентов 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Кураев, А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова]. - Новосибирск, 2010. - 40, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000138621](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000138621)

2. Аэродинамика : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосибир. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2008. - 61, [2] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000081556](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556)

3. Методы аэрофизического эксперимента. Ч. 1 : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. Д. Бродецкий, Л. Г. Васенев, В. И. Звезгинцев и др. ; под ред. А. М. Харитонова]. - Новосибирск, 1995. - 163 с. : ил

4. Аэрогидромеханика : сборник задач / [А. А. Кураев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 115 с. : ил., табл. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000140654](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140654)

## 8.2

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

## 9.

-

|   |           |   |
|---|-----------|---|
|   |           |   |
| 1 | . -10 .17 | , |
| 2 |           | . |
| 3 | -2400     |   |
| 4 |           |   |
| 5 | .         |   |
| 6 | 3-        |   |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра аэрогидродинамики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФЛА  
д.т.н., профессор С.Д. Саленко  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ \_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Практикум по аэрофизическому эксперименту

Образовательная программа: 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика, профиль:  
Гидроаэродинамика

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Практикум по аэрофизическому эксперименту** приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции  | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)  | Темы   | Этапы оценки компетенций                                      |   |
|--|---|--|---|---|
|  |   |  | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ПК.1/РП<br>готовностью формулировать, анализировать и решать инженерные задачи в области баллистики и гидроаэродинамики, механики движения и управления движением на основе профессиональных знаний  | у1. использовать сведения о зависимости гидроаэродинамических характеристик различных объектов от их формы и режимов обтекания жидкостью или газом при решении профессиональных задач | Аэродинамические трубы малых скоростей. Понятие о методах расчета аэродинамических труб. измерение распределения давлений по поверхности крыла Измерения распределения давления по поверхности модели. Электрические датчики для измерения давления. Пневмокоммутаторы для многоканальных измерений. Основы методологии аэрофизического эксперимента Понятие механического подобия потоков жидкости. Метод анализа размерностей, ПИ - теорема. Принципы моделирования в лабораторных установках Условия получения низкой степени турбулентности. | РГЗ   | Зачет, вопросы.с 1 по 20..                |
| ПК.1/РП  | у3. определять аэрогидродинамические нагрузки и тепловые потоки   | Измерения распределения давления по поверхности модели. Электрические датчики для измерения давления. Пневмокоммутаторы для многоканальных измерений. Основы методологии аэрофизического эксперимента Понятие механического подобия потоков жидкости. Метод анализа размерностей, ПИ - теорема.  |   | Зачет, вопросы. с по 20..                 |
| ПК.10/НИ умением выполнять измерения и проводить наблюдения, составлять описания исследований, обрабатывать и анализировать полученные результаты исследований, составлять по ним технические отчеты | у1. применять на практике основы метрологии, метрологического обеспечения, прикладной статистики, государственной и международной систем стандартизации и сертификации                | Датчики температуры газового потока. Методы термоанемометрии и визуализация течений.   | РГЗ   | Зачет, вопросы.с 1 по 20..                |

|   |  |  |  |                            |
|---|--|--|--|----------------------------|
| и оперативные документы, технические справки и другие сведения, готовить данные и материалы для составления обзоров, отчетов и научных публикаций   |  |  |  |                            |
| ПК.8/НИ умением давать математическое описание баллистических и гидроаэродинамических параметров и характеристик объектов, параметров и характеристик механики движения и управления движением объектов, выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных методик и пакетов программ | 32. сновных аналитических, численных и инженерных методы расчета, анализа и обобщения результатов х исследований гидро-аэродинамических характеристик различных объектов | Аэродинамические трубы малых скоростей. Понятие о методах расчета аэродинамических труб.   |  | Зачет, вопросы..с 1 по 20. |
| ПК.9/НИ готовность к проведению физических и численных экспериментов, других научных исследований, испытаний опытных образцов объектов по заданным методикам  | 31. основ теории подобия гидроаэродинамических явлений   | Аэродинамические силы и моменты. Механические и тензометрические весы. Тензодатчики сопротивления и мостовые схемы измерения. Измерение параметров потока. Источники погрешностей. |  | Зачет, вопросы..с 1 по 20. |
| ПК.9/НИ   | 32. методов определения и расчета гидроаэродинамических характеристик технических объектов   | Аэродинамические силы и моменты. Механические и тензометрические весы. Тензодатчики сопротивления и мостовые схемы измерения. Измерение параметров потока. Источники погрешностей. |  | Зачет, вопросы..с 1 по 20. |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/РП, ПК.10/НИ, ПК.8/НИ, ПК.9/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего

контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (реферат) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/РП, ПК.10/НИ, ПК.8/НИ, ПК.9/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

#### **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт зачета

по дисциплине «Практикум по аэрофизическому эксперименту», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов с 1 по 10, второй вопрос из диапазона вопросов с 11 по 20\_ (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФЛА

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Практикум по аэрофизическому эксперименту»

---

1. Условия подобия сил инерции при неустановившемся течении
2. Аэродинамические трубы трансзвуковых скоростей

Составил доц.

Обуховский А.Д.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет от 10 до 13 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 14 до 17 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит

конкретные примеры из практики, оценка составляет от 18 до 20 баллов.

### **3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Вопросы к зачету по дисциплине «Практикум по аэрофизическому эксперименту»**

1. Условия подобия сил трения и сил инерции при ламинарном и турбулентном течениях.
2. Условия подобия сил тяжести и сил инерции.
3. Условия подобия сил давления в несжимаемой жидкости и сил инерции.
4. Условия подобия сил давления в сжимаемой среде и сил инерции.
5. Условия подобия сил инерции при неустановившемся течении.
6. Основные критерии теплового подобия.
7. Метод анализа размерностей,  $\pi$  - теорема.
8. Полное и частичное моделирование. Аэродинамические трубы переменной плотности.
9. Особенности моделирования обтекания при высоких температурах.
10. Аэродинамические трубы малых скоростей. Роль форкамеры в формировании качества потока в рабочей части.
11. Аэродинамические трубы с низкой степенью турбулентности.
12. Роль звукового сопла в формировании равномерного поля скоростей и начальной турбулентности потока в рабочей части.
13. Рабочая часть и диффузор аэродинамических труб малых скоростей.
14. Подвод энергии в трубах непрерывного действия и организация потока в обратном канале.
15. Аэродинамические трубы трансзвуковых скоростей.
16. О выравнивающем действии перфорированной границы в рабочей части.
17. Течение в околосзвуковой рабочей части с незамкнутой камерой Эйфеля.
18. Условия предотвращения конденсации потока в сверхзвуковых аэродинамических трубах. Подогреватели воздуха.
19. Рабочая часть и диффузоры сверхзвуковых аэродинамических труб.
20. Разновидности сверхзвуковых аэродинамических труб

## Паспорт расчетно-графического задания (реферата)

по дисциплине «Практикум по аэрофизическому эксперименту», 7 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны подготовить и защитить реферат по одной из предложенных ниже тем, связанных с современными методами аэрофизических исследований, выходящие за рамки лекционного курса по данной дисциплине. Защита проводится в форме презентации по содержанию реферата и ответа на вопросы.

Обязательные структурные части реферата

1. Введение
2. Основная часть
3. Заключение.

Оцениваемые позиции:

- Содержание -от 2 до 4 баллов
- Оформление -от 2 до 2 баллов
- Ответы на вопросы - от 1 до 2 баллов.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части работы, отсутствует анализ объекта, , аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет менее 4 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если она выполнена формально: анализ объекта выполнен поверхностно, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 4-5 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 6-7 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 8 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за реферат учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ(рефератов)

1. Полупроводниковый лазер. Рубиновый Лазер. Физические основы работы и основные параметры.
2. Рассеяние света. Сечения рассеяния, индикатриса рассеяния. Рассеяние излучение малыми частицами. Рассеяние излучения большими частицами.

3. Приемники на основе внутреннего фотоэффекта (фотодиоды и фотосопротивления) и внешнего фотоэффекта (фотоэлементы, ФЭУ). Тепловые приемники излучения.
4. Панорамные измерители скорости потоков. Основы метода. PIV и PTV диагностика. Применение в газодинамическом эксперименте.
5. Метод лазерного «ножа». Основы метода и схемные решения. Применение в газодинамическом эксперименте.
6. Теневые и шлирен-методы визуализации течений. Применение в аэродинамическом эксперименте.
7. Лазерная доплеровская анемометрия. Основные схемы, применение ЛДА.
8. Назначение и принципы действия термоанемометров постоянного тока и постоянного сопротивления. Блок-схемы ТПС и ТПТ.
9. Эмпирические законы теплообмена между нитью датчика и потоком. Закон Кинга. Получение аналитических выражений для коэффициентов чувствительности датчиков при постоянном сопротивлении датчика.
10. Вывод соотношений для коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометров постоянного тока.
11. Интерпретация термоанемометрических измерений. Метод трех перегревов. Определение пульсаций массового расхода, температуры торможения, коэффициента корреляции между ними с помощью диаграмм пульсаций Коважного.
12. Методы диаграмм пульсаций Коважного: частные случаи вихревой, энтропийной и акустической мод для сверхзвуковых скоростей
13. Акустическая мода пульсаций при дозвуковых скоростях. Диаграммы пульсаций для частных случаев ориентации плоских звуковых волн.
14. Акустическая мода пульсаций при больших дозвуковых скоростях для точечного источника звука.
15. Решение уравнения теплоотдачи для датчиков термоанемометра с учетом тепловой инерции нити при постоянном токе. Постоянная времени проволочного датчика термоанемометра.
16. Типы и основные характеристики датчиков термоанемометра. Особенности применения. Трубочатые датчики.