

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра общей физики

**Авторы-составители: Полудницин Анатолий Николаевич
Фрик Петр Готлобович
Бабушкин Игорь Аркадьевич**

Рабочая программа дисциплины
ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГИДРОДИНАМИКЕ
Код УМК 56076

Утверждено
Протокол №9
от «25» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Оптические методы в гидродинамике

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.02** Физика

направленность Фундаментальная физика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Оптические методы в гидродинамике** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.02 Физика (направленность : Фундаментальная физика)

ОПК.1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности

ОПК.3 Способен применять базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности, для проведения научных исследований, анализа объектов, систем, процессов, явлений и методов, их экспериментального и теоретического (включая построение их качественных и количественных моделей) изучения и для использования полученных результатов на практике

Индикаторы

ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике

ОПК.4 Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Индикаторы

ОПК.4.1 Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения

ПК.2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Индикаторы

ПК.2.1 Осуществляет проведение литературного обзора в выбранном направлении исследования

ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Оптические методы в гидродинамике. Первый семестр

- Качественные оптические методы (визуализация потоков).
- Измерения скоростей (Доплеровская анемометрия и PIV).
- Методы восстановления поля показателя преломления
- Основы интерферометрии. Двухлучевой интерферометр.
- Принцип действия теневых приборов. Теневые приборы ИАБ-451 и Свиль-80.
- Практические аспекты применения оптических методов в гидродинамике.

Введение

Практические аспекты применения оптических методов в гидродинамике.

Геометрическая оптика

- Уравнение эйконала.
- Дифференциальные уравнения лучей.
- Уравнения для интенсивности света.

Расчет оптических неоднородностей

- Исследование плоских неоднородностей.
- Осесимметричные неоднородности. Итерационные методы расчета.
- Преобразование Абеля и его обращение. Метод расчета на основании инверсии Абеля.
- Исследование трехмерных оптических неоднородностей.
- Оптическая томография.
- Преобразование Радона и его обращение.
- Практические аспекты исследования сложных пространственных неоднородностей.
- Исследование пограничных слоев оптическими методами. Расчет на основе инверсии Абеля.
- Осесимметричные неоднородности с сильной рефракцией.

Спектральный анализ турбулентных полей

- Преобразование Фурье и его основные свойства.
- Спектральный анализ временных рядов.
- Спектральные характеристики турбулентных полей.
- Спектральный анализ теневых картин.
- Оптические анализаторы спектров.

Вейвлет-анализ временных рядов и изображений

- Вейвлеты. Основные свойства.
- Непрерывное вейвлет-преобразование.
- Дискретное вейвлет-преобразование. Вейвлет-пакеты.
- изотропный и анизотропные анализирующие вейвлеты,
- спектральный и корреляционный вейвлет-анализ многомерных полей.

Лабораторная работа "Адвективное течение около линейного источника тепла, расположенного на поверхности жидкости"

свободное адвективное течение,
температурное поле при естественной конвекции,
автомодельность

Лабораторная работа "Исследование температурного пограничного слоя у нагретого горизонтального цилиндра"

- Исследование пограничных слоев.
- Осесимметричные неоднородности с сильной рефракцией.

Лабораторная работа "Исследование конвективного факела над кольцевым нагревателем"

- Осесимметричные неоднородности.
- Исследование пограничных слоев.
- Осесимметричные неоднородности с сильной рефракцией.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Свиридов В.Г., Основы автоматизации теплофизического эксперимента : учебное пособие для вузов / Свиридов В.Г., Свиридов Е.В. Филаретов Г.Ф. и др. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01395-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/590308>
2. Оптические методы в гидродинамике:учебно-методическое пособие/Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Кафедра общей физики.-Пермь:ПГНИУ,2016.-36.

Дополнительная:

1. Оптические методы исследования потоков / Ю. Н. Дубнищев, В. А. Арбузов, П. П. Белоусов, П. Я. Белоусов ; под редакцией В. А. Накоряков. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 416 с. — ISBN 978-5-379-02018-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/65280.html>
2. Гоголева Е. М. Прикладная оптика:Учебное пособие/Гоголева Е. М.-Екатеринбург:Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ,2016, ISBN 978-5-7996-1702-8.-184.
<http://www.iprbookshop.ru/66194.html>
3. Дубнищев, Ю. Н. Колебания и волны : учебное пособие / Ю. Н. Дубнищев. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 328 с. — ISBN 978-5-379-02002-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].
<http://www.iprbookshop.ru/65275.html>
4. Пергамент М. И. Методы исследований в экспериментальной физике:учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Прикладные математика и физика"/М. И. Пергамент.- Долгопрудный:Издательский дом "Интеллект",2010, ISBN 978-5-91559-026-6.-300.-Библиогр. в конце гл.
5. Клаассен К. Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы:[учебное пособие] : перевод с английского/К. Б. Клаассен ; пер.: Е. В. Воронов, А. Л. Ларин.-Долгопрудный:Издательский дом "Интеллект",2008, ISBN 978-5-91559-001-3.-352.-Библиогр.: с. 345-346
6. Сивухин Д. В.Общий курс физики.учебное пособие для студентов физических специальностей вузов : в 5 т. Т. 4.Оптика/Д. В. Сивухин.-3-е изд., стер..-Москва:ФИЗМАТЛИТ: МФТИ,2002, ISBN 5-9221-0228-1.-792.-Имен. указ.: с. 780-782. - Предм. указ.: с.783-791

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.iprbookshop.ru/84030.html> Прикладная оптика

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Оптические методы в гидродинамике** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Программное обеспечение:

- Пакет Microsoft Windows Professional Rus + Service Pack 2 OEM software;
- Microsoft Office Pro 2003 Win32 Rus + Service Pack 2 ;
- OEM software;
- Исполняемые модули программ для ЛАД-05;
- Пакет Actual Flow.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Лабораторные занятия.

Лаборатория «Оптических методов в гидродинамике», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

3. Групповые (индивидуальные) консультации.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Оптические методы в гидродинамике**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.1

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает основы фурье анализа и вейвлет анализа сигналов, способен осваивать новые методы научных исследований</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает основы фурье анализа и вейвлет анализа сигналов</p> <p align="center">Удовлетворительн Имеет представление о фурье и вейвлет анализе сигналов, может анализировать простейшие сигналы.</p> <p align="center">Хорошо Знает основы фурье анализа и вейвлет анализа сигналов, умеет обрабатывать реальные сигналы</p> <p align="center">Отлично Знает основы фурье анализа и вейвлет анализа сигналов, умеет обрабатывать реальные сигналы, способен осваивать новые методы научных исследований</p>
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает основные математические методы обработки сигналов и может использовать их на практике.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает основных математических методов обработки сигналов и не может использовать их на практике.</p> <p align="center">Удовлетворительн Частично знает основные математические методы обработки сигналов и может использовать их на практике, но допускает существенные ошибки.</p> <p align="center">Хорошо Знает основные математические методы обработки сигналов и может использовать их на практике, но допускает не существенные ошибки.</p> <p align="center">Отлично Знает основные математические методы обработки сигналов и может использовать их на практике.</p>

ОПК.3

Способен применять базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности, для проведения научных исследований, анализа объектов, систем, процессов, явлений и методов, их экспериментального и теоретического (включая построение их качественных и количественных моделей) изучения и для использования полученных результатов на практике

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике	Знает основы геометрической оптики и умеет применять знания при настройке оптических приборов и расчетах простейших оптических систем	Неудовлетворител Не знает основ геометрической оптики. Удовлетворительн Имеет представление об основах геометрической оптики, не умеет настраивать оптические приборы и проводить расчеты. Хорошо Знает основы геометрической оптики и основы настройки оптических приборов, но не может применить знания в случае нестандартной ситуации. Отлично Знает основы геометрической оптики и умеет применять знания при настройке оптических приборов и расчетах простейших оптических систем
ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике	Знает оптические методы изучения сплошной среды и может применять их на практике.	Неудовлетворител Не знает теоретических основ оптических методов, используемых для изучения сплошной среды и не способен применять их на практике. Удовлетворительн Частично знает теоретические основы оптических методов, используемых для изучения сплошной среды и способен применять их на практике, но допускает существенные ошибки. Хорошо Знает оптические методы изучения сплошной среды и может применять их на практике, но допускает не существенные ошибки. Отлично Знает оптические методы изучения сплошной среды и может применять их на практике.

ОПК.4

Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.4.1 Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения	Может выполнить постановку задачи, исходя, из поставленной цели. Владеет методами обработки оптических сигналов.	Неудовлетворител Не может выполнить постановку задачи, исходя, из поставленной цели. Не владеет оптическими методами исследования и не может выполнить обработку оптических сигналов. Удовлетворительн Может выполнить постановку задачи, исходя, из поставленной цели. Частично владеет оптическими методами исследования и может выполнить обработку оптических сигналов, допуская при этом ошибки. Хорошо Может выполнить постановку задачи, исходя, из поставленной цели. Владеет оптическими методами исследования и может выполнить обработку оптических сигналов, допуская не значительные ошибки. Отлично Может выполнить постановку задачи, исходя, из поставленной цели. Владеет оптическими методами исследования и может выполнить обработку оптических сигналов.

ПК.2

Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.2.1 Осуществляет проведение литературного обзора в выбранном направлении исследования	Знает методы поиска информации. Способен провести литературный обзор в области анализа оптических сигналов.	Неудовлетворител Не знает основ поиска информации и работы с ней. Не способен провести литературный обзор в области анализа оптических сигналов. Удовлетворительн Частично знает основы поиска информации и работы с ней. Способен провести

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Удовлетворительн литературный обзор в области анализа оптических сигналов, но обзор логически не выстроен, не полон и не достаточно раскрывает суть проблемы.</p> <p>Хорошо Знает основы поиска информации и работы с ней. Способен провести литературный обзор в области анализа оптических сигналов, но к обзору имеются не существенные замечания.</p> <p>Отлично Знает основы поиска информации и работы с ней. Способен провести литературный обзор в области анализа оптических сигналов.</p>
<p>ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов</p>	<p>Обладает теоретическими знаниями в области анализа оптических сигналов. Может выполнить обработку и провести анализ полученных результатов.</p>	<p>Неудовлетворител Не обладает теоретическими знаниями в области анализа оптических сигналов. Не может выполнить обработку и провести анализ полученных результатов.</p> <p>Удовлетворительн Обладает частичными знаниями в области анализа оптических сигналов. Может выполнить обработку и провести анализ полученных результатов только под непосредственным руководством руководителя (преподавателя).</p> <p>Хорошо Обладает теоретическими знаниями в области анализа оптических сигналов. Может самостоятельно выполнить обработку и провести анализ полученных результатов, но при этом допускает не значительные ошибки.</p> <p>Отлично Обладает теоретическими знаниями в области анализа оптических сигналов. Может выполнить обработку и провести анализ полученных результатов.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике	Введение Письменное контрольное мероприятие	Геометрическая оптика: приближения в геометрической оптике; кардинальные элементы линз и зеркал; оптические изображения; оптические приборы; aberrации оптических приборов. Показатель преломления. Ряды Фурье в действительной и комплексной формах. Интегралы Фурье в действительной и комплексной формах.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов</p> <p>ПК.2.1 Осуществляет проведение литературного обзора в выбранном направлении исследования</p> <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> <p>ОПК.4.1 Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения</p>	<p>Расчет оптических неоднородностей</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Геометрическая оптика. Расчет осесимметричных оптических неоднородностей. Методы исследования плоских двумерных оптических неоднородностей. Расчет распределения показателя преломления с учетом рефракции лучей. Оптические методы измерения скорости потоков; Доплеровская анемометрия; Цифровые трассерные методы (PIV)</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов</p> <p>ПК.2.1 Осуществляет проведение литературного обзора в выбранном направлении исследования</p> <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> <p>ОПК.4.1 Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения</p>	<p>Вейвлет-анализ временных рядов и изображений</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Оптические методы измерения скорости потоков; Доплеровская анемометрия; Цифровые трассерные методы (PIV); Геометрическая оптика; Распространение света в оптически неоднородной среде; Расчет оптических неоднородностей; Двумерные неоднородности; Оптическая томография; Расчет оптических неоднородностей при сильной рефракции; Исследование осредненных полей в турбулентных потоках ; Оптическая реконструкция осредненных полей; Спектральный анализ турбулентных полей; Вейвлет-анализ временных рядов и изображений.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Использует основные понятия, концепции, задачи и методы математических наук в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов</p> <p>ПК.2.1 Осуществляет проведение литературного обзора в выбранном направлении исследования</p> <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> <p>ОПК.4.1 Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения</p>	<p>Лабораторная работа "Исследование конвективного факела над кольцевым нагревателем"</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Принципы работы, конструктивные особенности и настройка приборов "ИАБ-451; Свиль-80". Методы расчета осесимметричных неоднородностей с осью симметрии параллельной оптической оси и перпендикулярной оптической оси. Оценка погрешностей измерений. Полученные результаты измерений и их обработка. Оформление отчета о работе.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Расчет оптических неоднородностей

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает геометрическую оптику.	10
Знает методы расчета оптических неоднородностей при сильной рефракции	10
Знает методы расчета осесимметричных оптических неоднородностей.	10

Вейвлет-анализ временных рядов и изображений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает геометрическую оптику, расчет двумерных оптических неоднородностей;	10
Знает расчет оптических неоднородностей при сильной рефракции; владеет методами исследования осредненных полей в турбулентных потоках ;	10
Знает спектральный анализ, может провести спектральный анализ турбулентных полей;	10
Владеет вейвлет-анализом временных рядов и изображений.	10
Распространение света в оптически неоднородной среде; Расчет оптических неоднородностей; Двумерные неоднородности	7

Лабораторная работа "Исследование конвективного факела над кольцевым нагревателем"

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает принципы работы, конструктивные особенности и настройку приборов "ИАБ-451; Свиль-80".	10
Способен провести оценку погрешностей измерений, доходчиво представить полученные результаты измерений и объяснить их обработку.	10
Владеет методами расчета осесимметричных неоднородностей с осью симметрии параллельной оптической оси и перпендикулярной оптической оси.	10
Оформление отчета о работе.	3