

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра общей физики

Авторы-составители: **Макаров Сергей Олегович
Петухов Максим Иванович
Рыбкин Константин Анатольевич
Бабушкин Игорь Аркадьевич**

Рабочая программа дисциплины
МЕЖФАЗНАЯ ГИДРОДИНАМИКА
Код УМК 91830

Утверждено
Протокол №9
от «19» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Межфазная гидродинамика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **03.04.02** Физика

направленность Физика акустических и гидродинамических волновых процессов

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Межфазная гидродинамика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.04.02 Физика (направленность : Физика акустических и гидродинамических волновых процессов)

ПК.2 Способен принимать участие в разработке новых задач, методов и подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Индикаторы

ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов

ПК.3 Способен организовывать и планировать физические исследования и опытно-конструкторские разработки

Индикаторы

ПК.3.1 Проводит координацию работ коллектива по подготовке и сопровождению теоретических и экспериментальных исследований

ПК.3.3 Распределяет задачи физических исследований и опытно-конструкторских разработок между исполнителями

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.04.02 Физика (направленность: Физика акустических и гидродинамических волновых процессов)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Межфазная гидродинамика

Изучается гидромеханика систем, состоящих из несмешивающихся жидкостей или из жидкой и газовой фаз. Изучаются граничные условия на поверхности раздела фаз.

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Во введении рассматриваются базовые понятия курса.

§1. Уравнения гидродинамики

Вывод уравнений непрерывности, диффузии, теплопроводности и Навье-Стокса. Применение метода разделения переменных при решении задач гидродинамики. Медленные стационарные течения несжимаемых жидкостей. Медленные нестационарные течения несжимаемых жидкостей. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

§2. Граничные условия на плоской поверхности раздела фаз

Критерий равновесия и устойчивости гетерогенных систем Гиббса. Граничные условия для теплоточков. Граничные условия для напряжений. Поверхностный тензор вязких напряжений.

§3. Граничные условия на свободной сферической границе раздела двух несмешивающихся жидкостей

Некоторые основные формулы векторного анализа.

§4. Граничные условия на поверхностях поляризованных сред

Медленно меняющееся электростатическое поле.

Раздел 2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗВУКА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРА

Рассматриваются звуковые колебания среды при конденсации пара.

§5. Спонтанное возникновение звуковых колебаний при гетерогенной конденсации пара в акустическом резонаторе

Описание экспериментов. Математическая модель задачи и принятые допущения. Конвективная неустойчивость системы. Обсуждение результатов и выводы.

§6. Гетерогенная конденсация пара в изотермоизобарических условиях

Изучается формирование новой фазы на уже имеющихся поверхностях (ядрах конденсации – стенки сосудов, частицы примесей)

Раздел 3. ТЕРМОКАПИЛЛЯРНОЕ ТЕЧЕНИЕ ОТ НАГРЕТЫХ ТЕЛ

Рассматривается зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры и возникновение течения, обусловленного этой зависимостью.

§7. Аксиально симметричное капиллярное течение, вызываемое сосредоточенным источником тепла

Постановка задачи и принятые допущения. Уравнение Рикатти. Карта возможных режимов.

§8. Устойчивость аксиально-симметричного термокапиллярного течения от сосредоточенного источника тепла

Постановка задачи, граничные условия и принятые допущения. Функция Грина.

§9. Неустойчивость аксиально симметричного капиллярного течения по отношению к деформирующим поверхностям возмущениям

Экспериментальные результаты наблюдения колебательных режимов. Волновые картины на

поверхности жидкости при колебательном режиме. Уравнения гидродинамики и граничные условия, определяющие термокапиллярную конвекцию. Возмущение температуры методом Галеркина.

Раздел 4. ТЕРМОКАПИЛЛЯРНОЕ ТЕЧЕНИЕ В КАПЛЯХ

Рассматривается поведение капель во внешней среде при наличии градиента температуры на границе раздела сред.

§10. Капиллярный дрейф растворяющихся капель в изотермической жидкости

Эксперименты по дрейфу капель анилина в воде. Дрейфовая неустойчивость растворяющейся капли.

§11. Устойчивость и движение взвешенных капель при диффузии поверхностно активного вещества во внешнюю среду

В этом параграфе аналитически исследуется устойчивость диффузионного массопереноса поверхностно-активного вещества (ПАВ) через поверхность капли, погружённой безграничную жидкость, по отношению к дрейфовым монотонным и колебательным возмущениям.

§12. Термокапиллярная конвекция в капле при малых числах Марангони и Грасгофа в условиях Плато-техники

Теоретическая модель. Рассмотрим конвективное движение, вызванное силами Архимеда и Марангони, в разбавленной неоднородно нагретой эмульсии.

§13. Автоколебательный режим термокапиллярного течения в сферическом неоднородно нагретом слое жидкости

Постановка задачи и приближения. Уравнения термокапиллярной конвекции в жидкости запишем в безразмерной форме.

§14. Аплазия коалесценции соприкасающихся капель

Постановка задачи и принятые допущения. Анализ теоретических моделей на сегодняшний день.

Раздел 5. РАВНОВЕСНЫЕ ФОРМЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ КАПЕЛЬ

Изучается состояние равновесия капель и их форма.

§15. Равновесные формы тяжёлых капель, плавающих на поверхности менее плотной жидкости

Задача о равновесных конфигурациях системы трех капиллярных жидкостей представляет интерес как метод измерения поверхностного натяжения, и стала изучаться сравнительно недавно. Анализ теоретических моделей на сегодняшний день.

§16. Устойчивость равновесных форм капель

Условия устойчивости равновесных состояний капиллярной жидкости. Определение условий устойчивости стационарных состояний и движений определяется или из рассмотрения поведения инфинитезимальных возмущений, вносимых в систему, или из энергетических соображений, основанных на принципе минимума энергии в положении равновесия.

§17. Растекание капель

Изучается явление растекания капель по поверхности другой среды.

Контрольное мероприятие по теоретическому разделу

Проводится текущий контроль знаний, полученных в ходе освоения теоретического материала.

ПРАКТИЧЕСКИЙ БЛОК

Практический блок предусматривает проведение лабораторных работ по курсу межфазной гидродинамики.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Проведение лабораторной работы по изучению течений, вызванных неоднородностью коэффициента поверхностного натяжения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Изучение стекания жидкости по твёрдой подложке.

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. Братухин Ю. К., Макаров С. О. Гидродинамическая устойчивость межфазных поверхностей/Перм. гос. ун-т, Научно-образоват. центр "Неравновесные переходы в сплошных средах".-Пермь:Изд-во Перм. ун-та,2005, ISBN 5-8241-0336-4.-239.-Библиогр.: с. 234-239
2. Братухин Ю. К., Макаров С. О. Межфазная гидродинамика:учеб. пособие по спецкурсу/Ю. К. Братухин, С. О. Макаров.-Пермь:ПГУ,2007.-1.

Дополнительная:

1. Гидродинамические явления на границах раздела фаз:учебное пособие по лабораторному практикуму "Молекулярная физика" общего курса физики и лабораторному практикуму спецкурса "Межфазная гидродинамика"/Ю. К. Братухин [и др.].-Пермь,2003, ISBN 5-7944-0381-0.-76.-Библиогр.: с. 75
2. Братухин Ю. К., Мизев А. И., Ястребов А. Г. Межфазная гидродинамика:учебное пособие по лабораторному практикуму "Молекулярная физика" общего курса физики и лабораторному практикуму спецкурса "Межфазная гидродинамика"/Ю. К. Братухин, А. И. Мизев, А. Г. Ястребов.-Пермь,2004, ISBN 5-7944-0367-5.-88.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://library.psu.ru/node/738> Электронные ресурсы ПГНИУ

https://www.studmed.ru/sou-s-gidrodinamika-mnogofaznyh-sistem_20e90ef1d1a.html Гидродинамика многофазных систем

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

Образовательный процесс по дисциплине **Межфазная гидродинамика** 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:

- ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020);
- FBReader;
- офисный пакет "Libre office"
- программа просмотра интернет контента (браузер) "Google Chrome".

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 "Межфазной гидродинамики", 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.

Лаборатория «Межфазной гидродинамики», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

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
Межфазная гидродинамика**

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

ПК.2

Способен принимать участие в разработке новых задач, методов и подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов</p>	<p>Знает методы обработки результатов измерений. Умеет проводить анализ полученных результатов. Владеет знаниями технологий, основанных на межфазной гидродинамике.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает методы обработки результатов измерений. Не умеет проводить анализ полученных экспериментальных результатов. Не обладает знаниями технологий, основанных на межфазной гидродинамике.</p> <p align="center">Удовлетворительн Обладает частичными знаниями методов обработки результатов измерений. Не может самостоятельно провести анализ полученных экспериментальных данных. Обладает частичными знаниями в области технологий, основанных на межфазной гидродинамике.</p> <p align="center">Хорошо Знает методы обработки результатов измерений, но при их использовании допускает не существенные ошибки. Способен провести анализ полученных экспериментальных результатов, но выводы либо не полные, либо с небольшими ошибками. Владеет знаниями технологий, основанных на межфазной гидродинамике.</p> <p align="center">Отлично Знает методы обработки результатов измерений и успешно применяет из на практике. Способен провести анализ полученных экспериментальных результатов и сделать из них правильные выводы. Владеет знаниями технологий, основанных на межфазной гидродинамике.</p>

ПК.3

Способен организовывать и планировать физические исследования и опытно-конструкторские разработки

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.3.1 Проводит координацию работ коллектива по подготовке и сопровождению теоретических и экспериментальных исследований	Знает основы межфазной гидродинамики. Умеет в ходе выполнения работы с учетом новых данных провести коррекцию плана научного исследования. Владеет методами организации групповой работы.	Неудовлетворител Не знает основ межфазной гидродинамики. Не умеет в ходе выполнения работы с учетом новых данных провести коррекцию плана научного исследования. Не владеет методами организации групповой работы. Удовлетворительн Обладает частичными знаниями основ межфазной гидродинамики. Умеет в ходе выполнения работы с учетом новых данных провести коррекцию плана научного исследования, но допускает существенные ошибки. Показывает частичное владение методами организации групповой работы. Хорошо Знает основы межфазной гидродинамики. Умеет в ходе выполнения работы с учетом новых данных провести коррекцию плана научного исследования, но допускает не существенные ошибки. Владеет методами организации групповой работы. Отлично Знает основы межфазной гидродинамики. Умеет в ходе выполнения работы с учетом новых данных провести коррекцию плана научного исследования. Владеет методами организации групповой работы.
ПК.3.3 Распределяет задачи физических исследований и опытно-конструкторских разработок между исполнителями	Знает основы работы в команде. Умеет в соответствии с целью выполняемой работы поставить задачу каждому члену команды. Владеет методами организации групповой работы.	Неудовлетворител Не знает основ работы в команде. Не умеет в соответствии с целью выполняемой работы поставить задачу каждому члену команды. Не владеет методами организации групповой работы. Удовлетворительн Обладает частичными знаниями основ работы в команде. Умеет на основе цели разбить выполняемую работу на отдельные задачи, но допускает грубые ошибки. Показывает частичное владение методами организации групповой работы. Хорошо Знает основы работы в команде. Умеет на

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>основе цели разбить выполняемую работу на отдельные задачи, но допускает при этом не существенные ошибки. Владеет методами организации групповой работы.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основы работы в команде. Умеет на основе цели разбить выполняемую работу на отдельные задачи. Владеет методами организации групповой работы.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	§1. Уравнения гидродинамики Входное тестирование	Уравнение движения идеальной жидкости. Уравнения движение вязкой жидкости и уравнение Навье-Стокса. Уравнение теплопроводности. Ламинарный пограничный слой.
ПК.3.1 Проводит координацию работ коллектива по подготовке и сопровождению теоретических и экспериментальных исследований	Контрольное мероприятие по теоретическому разделу Письменное контрольное мероприятие	Граничные условия на плоской поверхности раздела фаз Граничные условия на свободной сферической границе раздела двух несмешивающихся жидкостей Граничные условия на поверхностях поляризованных сред Спонтанное возникновение звуковых колебаний при гетерогенной конденсации пара в акустическом резонаторе Гетерогенная конденсация пара в изотермоизобарических условиях

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов</p> <p>ПК.3.3 Распределяет задачи физических исследований и опытно-конструкторских разработок между исполнителями</p> <p>ПК.3.1 Проводит координацию работ коллектива по подготовке и сопровождению теоретических и экспериментальных исследований</p>	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Аксиально симметричное капиллярное течение, вызываемое сосредоточенным источником тепла</p> <p>Устойчивость аксиально-симметричного термокапиллярного течения от сосредоточенного источника тепла</p> <p>Неустойчивость аксиально симметричного капиллярного течения по отношению к деформирующим по поверхности возмущениям</p> <p>Капиллярный дрейф растворяющихся капель в изотермической жидкости</p> <p>Устойчивость и движение взвешенных капель при диффузии поверхностно активного вещества во внешнюю среду</p> <p>Термокапиллярная конвекция в капле при малых числах Марангони и Грасгофа в условиях Плато-техники</p> <p>Автоколебательный режим термокапиллярного течения в сферическом неоднородно нагретом слое жидкости</p> <p>плазия коалесценции соприкасающихся капель</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2.1 Проводит анализ и оценку результата измерений физических величин и характеристик технологических процессов</p> <p>ПК.3.3 Распределяет задачи физических исследований и опытно-конструкторских разработок между исполнителями</p> <p>ПК.3.1 Проводит координацию работ коллектива по подготовке и сопровождению теоретических и экспериментальных исследований</p>	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Равновесные формы тяжёлых капель, плавающих на поверхности менее плотной жидкости Устойчивость равновесных форм капель Растекание капель</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

§1. Уравнения гидродинамики

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знание уравнения вязкой жидкости, понятия тензора вязких напряжений.	6
Знание основ ламинарного пограничного слоя	5
Знание физических основ уравнения теплопроводности.	5
Знание подходов Эйлера и Лагранжа для описания движения жидкости. Уравнение идеальной жидкости. Гидростатика.	4

Контрольное мероприятие по теоретическому разделу

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Знает математическую запись основных законов из курса	10
Умеет объяснить законы из курса	10
Умеет выводить физические уравнения	10
Знает определения физических величин из курса и их математическое выражение и	

единицы измерения	10
-------------------	----

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знает определения физических величин из курса и их математическое выражение и единицы измерения	8
Умеет объяснить законы из курса	8
Умеет выводить физические уравнения	7
Знает математическую запись основных законов из курса	7

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

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

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знает математическую запись основных законов из курса	5
Умеет объяснить законы из курса	5
Умеет выводить физические уравнения	5
Знает определения физических величин из курса и их математическое выражение и единицы измерения	5