

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет имени. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по УМР

А.А.Панфилов

« 11 » 11 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика жидкости и газа»

Направление подготовки - **13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**

Профиль подготовки – **« Двигатели внутреннего сгорания»**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Форма обучения - **очная**

| Семестр | Трудоемкость зач. ед.час | Лекции, час. | Лаб. занятий, час. | Пр. за- нятий, час. | СРС, час. | Форма проме- жуточного кон- троля (экз/зачет) |
|---------|--------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------|--|
| 4 | 8/288 | 54 | 18 | 36 | 180 | Зачет |
| 5 | 4/144 | 36 | 18 | - | 90 | Зачет |
| Итого | 12/432 | 90 | 36 | 36 | 270 | Зачет |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями дисциплины «Механика жидкости и газа» являются:

- изучение основных законов движения сжимаемой сплошной среды;
- изучение факторов, определяющих эффективность передачи и преобразования энергии в движущейся среде;
- формирование навыков анализа газодинамических процессов происходящих в машинах и аппаратах, их агрегатах и узлах, в окружающей среде;
- изучение экспериментальных и аналитических методов исследования процессов в потоках газов;
- использование основных законов движения жидкостей и газов при разработке новых конструкций двигателей внутреннего сгорания;
- получение практических навыков по использованию гидравлических устройств в инженерной практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов навыков использования основных закономерностей движения газов, методик анализа внутренних и внешних течений, методов исследования движения многофазных (жидкость/газ) сред;
- изучить принцип действия гидромашин и гидроаппаратуры.
- получение знаний и практических навыков проведения численных и физических экспериментов при исследовании течений газов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Механика жидкости и газа» относится к базовой части дисциплин.

Для успешного изучения курса студенты должны быть знакомы с основными положениями высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление), физики (молекулярно-кинетическая теория) и химии, термодинамики, теории тепломассообмена, механики жидкости.

Дисциплина «Механика жидкости и газа» дает базовые знания для успешного изучения целого ряда естественнонаучных и узкоспециальных дисциплин. Она дает студентам представление о законах движения сжимаемой сплошной среды и особенностях внутренних и внешних течений газов. Позволяет научиться оперировать безразмерными и размерными характеристиками газовых потоков, проводить исследование газодинамических процессов, оценивать их параметры.

Знания о строении вещества, полученные при изучении физики и химии, позволяют студентам составить целостную, непротиворечивую картину физических процессов и явлений, происходящих в движущейся сжимаемой сплошной среде.

Знания, полученные в курсе высшей математики позволяют существенно облегчить изучение математического аппарата, лежащего в основе описания газодинамических процессов.

Понятия о параметрах состояния рабочего тела, их взаимосвязи, о фундаментальных законах термодинамики позволяют проводить анализ изменения состояния движущегося газа.

Знания о способах передачи теплоты, полученные в процессе изучения теории теплообмена, позволяют оценить изменение локального энергетического баланса в потоке движущегося газа.

Дисциплина «Механика жидкости и газа» является важной составной частью процесса подготовки современного специалиста, владеющего перспективными методами разработки и исследования теплоэнергетических установок, способного к инновационной деятельности в условиях высокотехнологичной, модернизационной технологической и научной среды.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность к конструкторской деятельности (ПК-1);
- способность применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем (ПК-2);
- способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные физические свойства жидкостей и газов;
- общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов;
- особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;

уметь:

- рассчитывать газодинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях машин;

владеть практическими навыками:

- методиками проведения типовых газодинамических расчетов теплоэнергетического оборудования и трубопроводов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Механика жидкости и газа»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часов, 4 и 5 семестр.

4.1. Общеобразовательные модули дисциплины

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|--------------------|-----|---------|---|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС | КП / КР | | |
| 1 | 1. Введение. Основные физические свойства жидкостей и газов. | 4 | 1-2 | 4 | 2 | | | 10 | | 2/33 | |
| 2 | 2. Гидростатика. Свойства гидростатического давления. Основные законы и уравнения гидростатики жидкостей и газов. Лабораторная работа №1. Приборы, измеряющие давление | 4 | 3-5 | 16 | 4 | 4 | | 40 | | 8/33 | |
| 3 | 3. Гидродинамика. Виды движения. Струйная модель потока. Расход. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения Уравнение Эйлера движения идеальной жидкости. Уравнения Навье-Стокса движения реальной жидкости. Уравнения Рейнольдса. Уравнение Бернулли. Истечение жидкости из отверстия. Лабораторные работы №2. Режимы течения жидкостей. №3. Гидравлические сопротивления. | 4 | 6-11 | 10 | 7 | 4 | | 60 | | 7/33 | Рейтинг-контроль №1 |
| 4 | 4. Гидромашины, гидроаппаратура. Понятия о насосах и гидродвигателях. Объемные и лопастные гидромашины. Основные | 4 | 12-14 | 12 | 5 | 4 | | 30 | | 7/33 | Рейтинг-контроль №2 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|---|--------------|-----------|-----------|-----------|--|------------|--|--------------|-----------------------------------|
| | параметры. Гидроаппаратура. Распределители. Регуляторы давления. Регуляторы расхода. Клапаны. Дроссели. Лабораторные работы №4. Уравнение Бернулли. №5. Шестеренный и центробежный насосы. | | | | | | | | | | |
| 5 | 5. Гидродинамические передачи. Гидромолы. Гидротрансформаторы. Гидроприводы. Лабораторная работа №6. Гидроприводы с дроссельным и объемным регулированием. | 4 | 15-18 | 12 | | 6 | | 40 | | 6/33 | Рейтинг-контроль №3 |
| Всего за 4 семестр | | | | 54 | 36 | 18 | | 180 | | 30/33 | 3 рейтинг-контроля и зачет |
| 1 | Предмет газовой динамики. Основные свойства газов | 5 | 1 | 2 | | | | 4 | | 1/50 | |
| 2 | Кинематика сжимаемой жидкости (газа) | 5 | 2-4 | 6 | | | | 12 | | 2/33 | |
| 3 | Динамика сжимаемой жидкости | 5 | 5-7 | 6 | | 2 | | 12 | | 3/50 | Рейтинг-контроль №1 |
| 4 | Специальный вид уравнений гидрогазодинамики | 5 | 8-9 | 4 | | | | 12 | | 1/25 | |
| 5 | Газовые струи. Двухфазные течения. | 5 | 10-12 | 6 | | 2 | | 10 | | 2/33 | Рейтинг-контроль №2 |
| 6 | Математическое моделирование течений жидкости и газа | 5 | 13-14 | 4 | | 2 | | 15 | | 1/25 | |
| 7 | Экспериментальная гидрогазодинамика | 5 | 15-16 | 4 | | 8 | | 10 | | 1/25 | |
| 8 | Газовая динамика поршневых и газотурбинных двигателей | 5 | 17-18 | 4 | | 4 | | 15 | | 2/50 | Рейтинг-контроль №3 |
| Всего за 5 семестр | | | | 36 | | 18 | | 90 | | 13/36 | 3 рейтинг-контроля и зачет |
| Итого за курс | | | | 90 | 36 | 36 | | 270 | | 43/42 | Зачет, зачет |

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

С целью формирования и развития профессиональных навыков у студентов при проведении лекций и лабораторных занятий, а также при руководстве самостоятельной работой применяются следующие образовательные технологии.

При проведении лекций и лабораторных занятий, консультаций используются различные образовательные технологии, например, модульное обучение, при котором по отдельным разделам курса (модулям) рассказывается, что необходимо изучить, цели и задачи изучения, как будет организована проверка изучаемого в модуле материала, где студенты должны использовать полученные знания при выполнении курсовой или дипломной работы, а также при изучении новых специальных дисциплин. При проведении лабораторных работ используются как натурные стенды, предназначенные для физического моделирования термодинамических процессов и явлений, так и интерактивные компьютерные технологии. При этом соблюдается постоянная обратная связь преподавателя и студента. Например, выборочно задается студентам вопрос по некоторым изучаемым темам и студенты дают свои варианты ответов. В этом случае обеспечивается активная роль студентов на занятиях, так как отвечать на вопросы может каждый.

Занятия проводятся с использованием компьютерных технологий. Студентам выдается раздаточный материал (сложные схемы, чертежи и т.д.) с целью уменьшения затрат времени на оформление студентами чертежей и рисунков.

Информационные технологии (информационно-коммуникативные технологии) позволяют:

- сделать обучение более эффективным, вовлекая все виды чувственного восприятия студента с помощью мультимедийных функций компьютерных устройств;
- обучать студентов всех категорий независимо от уровня подготовки;
- обучать всех равноценно, независимо от места проживания.

Усвоение студентами знаний, добытых в ходе активного поиска и самостоятельного решения проблем более прочные, чем при традиционном обучении. Кроме того, при таком обучении происходит воспитание активной, творческой личности студента, умеющего видеть и решать нестандартные профессиональные проблемы

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины используют различные методы контроля. На занятиях проводится перекрестный опрос студентов с целью выяснения, как они усвоили предыдущий материал. Если требуется дополнительное изложение, то для этого используются часы консультаций.

Проводится рейтинг-контроль, который включает контроль самостоятельной работы студентов по освоению материала, прочитанного на лекциях и изученного на лабораторных занятиях.

Проверка выполненной самостоятельной работы студентов проводится как на лекционных, так и на лабораторных занятиях.

6.1. Задание на рейтинг-контроль

4 семестр

1-й рейтинг-контроль

1. Определение науки «Гидравлика», ее составных частей. Примеры использования гидравлических систем в практике ?
2. Определение жидкости, ее классификация.
Основные различия между видами жидкостей ?
3. Основные физические свойства жидкостей ?
4. Основные физические свойства газов ?
5. Гидростатика. Абсолютное и относительное равновесие жидкости. Примеры. Основные свойства гидростатического давления ?
6. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля ?
7. Уравнения Эйлера равновесия жидкости ?

2-й рейтинг-контроль

1. Что изучают кинематика и динамика движения жидкости ?
2. Виды движения жидкости. Струйная модель потока жидкости ?
3. Гидравлические элементы потока жидкости. Понятие расхода и средней скорости потока жидкости. Уравнение неразрывности ?
4. Уравнения движения струйки идеальной жидкости (уравнения Эйлера).?
5. Уравнения Навье-Стокса движения реальных жидкостей и газов. Уравнения Рейнольдса?
6. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости ?
7. Режимы течения жидкостей и газов. Гидравлические сопротивления в гидротрубах ?

3-й рейтинг-контроль

1. Определение функционального назначения насосов и гидродвигателей?

2. Основные параметры и характеристики гидромашин.?
3. Роторные гидромашинны. Лопастные гидромашинны ?
4. Основные представители гидроаппаратуры. Их назначение. ?
5. Гидропривод с объемным регулированием. Назначение. Основные характеристики ?
6. Гидропривод с дроссельным регулированием. Назначение. Основные характеристики ?
7. Понятие о гидродинамических передачах. Определение гидромфты и гидротрансформатора. Основные динамические параметры, характеристики?

5 семестр

1-й рейтинг-контроль

1. Отличие газов и жидкостей от твердых тел.
2. Различие между газами и жидкостями.
3. Параметры течения жидкости или газа.
4. Идеальный газ.
5. Реальный газ и его отличие от идеального.
6. Флуктуации газодинамических параметров.
7. Гипотеза сплошности.
8. Свойства газов.
9. Динамическая вязкость.
10. Теплопередача в газах. Закон Фурье.
11. Кинематическая вязкость.
12. Тепловая диффузия.
13. Поле течения.
14. Представление Эйлера.
15. Представление Лагранжа.
16. Стационарное и нестационарное течение.
17. Линия тока.
18. Трубка тока.
19. Линия отмеченных частиц.
20. Переход от трехмерного поля течения к двух- и одномерному.
21. Сжимаемость. Аналитическое выражение условия сжимаемости.
22. Первое условие сжимаемости. Скорость звука. Число Маха.
23. Второе условие сжимаемости.
24. Третье условие сжимаемости.
25. Баротропное и бароклинное течение.
26. Силы, действующие на элементарный объем жидкости.

27. Нормальные и касательные напряжения.
28. Уравнение неразрывности в векторной форме.
29. Уравнение неразрывности в декартовых координатах.
30. Дилатация. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости.

2-й рейтинг-контроль

1. Уравнение второго закона Ньютона для движения жидкой частицы.
2. Система уравнений Эйлера.
4. Уравнения Эйлера в декартовой системе координат.
3. Тензор вязких напряжений.
4. Система уравнений Навье-Стокса.
5. Интегральное уравнение энергии.
6. Уравнение полной энергии в дифференциальной форме.
7. Уравнение изменения механической энергии.
8. Уравнение изменения тепловой энергии.
9. Уравнение энергии в декартовой системе координат.
10. Связь энтальпии и внутренней энергии с температурой.
11. Понятие турбулентности.
12. Уравнение турбулентной кинетической энергии.
13. Уравнение скорости диссипации турбулентной кинетической энергии.
14. k - ε модель турбулентности.
15. Турбулентная вихревая вязкость.
16. Понятие пограничного слоя.
17. Ламинарный пограничный слой.
18. Коэффициент поверхностного трения.
19. Толщина вытеснения.
20. Турбулентный пограничный слой.
21. Длина перемешивания.
22. Дополнительная турбулентная вязкость.
23. Отрыв пограничного слоя для случая невязкой жидкости.
24. Отрыв ламинарного пограничного слоя.
25. Отрыв турбулентного пограничного слоя.

3-й рейтинг-контроль

1. Дискретизация дифференциальных уравнений в частных производных.

2. Разложение в ряд Тейлора.
3. Ошибка конечно-разностной аппроксимации.
4. Конечно-разностные аппроксимации производных первого порядка.
5. Конечно-разностные аппроксимации производных второго порядка.
6. Метод конечных разностей.
7. Сходимость.
8. Устойчивость.
9. Согласованность.
10. Условие Куранта.
11. Постановка граничных и начальных условий.
12. Методы измерения давления.
13. Полное, статическое и динамическое давление.
14. Избыточное давление и разрежение.
15. Жидкостный манометр.
16. Микроманометр.
17. Двухжидкостный одноменисковый манометр.
18. Двухжидкостный двухменисковый манометр.
19. Аэродинамические и ударные трубы.
20. Методы измерения расхода газа.
21. Мерная диафрагма и принцип ее работы.
22. Термоанемометры.
23. Ионизационные анемометры.
24. Лазерно-доплеровская анемометрия.
25. Основы томографического метода исследования потоков.

6.2. Вопросы к зачету

4 семестр

1. Определение науки «Гидравлика», ее составных частей. Примеры использования гидравлических систем в практике ?
2. Определение жидкости, ее классификация.
Основные различия между видами жидкостей ?
3. Основные физические свойства жидкостей ?
4. Основные физические свойства газов ?
5. Гидростатика. Абсолютное и относительное равновесие жидкости. Примеры. Основные свойства гидростатического давления ?
6. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля ?

7. Уравнения Эйлера равновесия жидкости ?
8. Что изучают кинематика и динамика движения жидкости ?
9. Виды движения жидкости. Струйная модель потока жидкости ?
10. Гидравлические элементы потока жидкости. Понятие расхода и средней скорости потока жидкости. Уравнение неразрывности ?
11. Уравнения движения струйки идеальной жидкости (уравнения Эйлера).?
12. Уравнения Навье- Стокса движения реальных жидкостей и газов. Уравнения Рейнольдса?
13. Определение функционального назначения насосов и гидродвигателей?
14. Основные параметры и характеристики гидромашин.?
15. Роторные гидромашинны. Лопастные гидромашинны ?
16. Основные представители гидроаппаратуры. Их назначение. ?
17. Гидропривод с объемным регулированием. Назначение. Основные характеристики ?
18. Гидропривод с дроссельным регулированием. Назначение. Основные характеристики ?
19. Пневмопривод. Назначение. Основные характеристики ?

5 семестр

1. Линии тока, линии отмеченных частиц и траектории.
2. Система уравнений Эйлера.
3. Система уравнений Навье-Стокса.
4. Турбулентность. Модели турбулентности.
5. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя.
6. Укороченные уравнения Навье-Стокса.
7. Газовые струи.
8. Двухфазные течения.
9. Дискретизация уравнений в частных производных. Явная и неявная схемы.
10. Методы и приборы измерения давления.
11. Измерение скорости потока и расхода газа.
12. Лазерно-доплеровские анемометры.
13. Измерение температуры движущегося газа.
14. аэродинамические и ударные трубы.
15. Течение газа во впускном и выпускном трубопроводах двигателя внутреннего сгорания.
16. Особенности течения газа в камере сгорания двигателя внутреннего сгорания.
17. Обтекание решетки профилей.
18. Экспериментальные установки и особенности проведения газодинамического эксперимента в тепловых двигателях.

6.3 Вопросы для самостоятельной работы студентов

4 семестр

1. Система уравнений Навье-Стокса.
2. Турбулентность. Модели турбулентности.
3. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя.
4. Укороченные уравнения Навье-Стокса.
5. Линии тока, линии отмеченных частиц и траектории.
6. Система уравнений Эйлера.
7. Газовые струи.
8. Лазерно-доплеровские анемометры.
9. Измерение температуры движущегося газа.
10. Аэродинамические и ударные трубы.
11. Течение газа во впускном и выпускном трубопроводах двигателя внутреннего сгорания.
12. Особенности течения газа в камере сгорания двигателя внутреннего сгорания.
13. Двухфазные течения.
14. Дискретизация уравнений в частных производных. Явная и неявная схемы.
15. Методы и приборы измерения давления.
16. Измерение скорости потока и расхода газа.

5 семестр

1. Методы и приборы измерения давления.
2. Измерение скорости потока и расхода газа.
3. Лазерно-доплеровские анемометры.
4. Измерение температуры движущегося газа.
5. Аэродинамические и ударные трубы.
6. Турбулентность. Модели турбулентности.
7. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя.
8. Укороченные уравнения Навье-Стокса.
9. Газовые струи.
10. Двухфазные течения.
11. Дискретизация уравнений в частных производных. Явная и неявная схемы.
12. Течение газа во впускном и выпускном трубопроводах двигателя внутреннего сгорания.
13. Особенности течения газа в камере сгорания двигателя внутреннего сгорания.

14. Обтекание решетки профилей.
15. Экспериментальные установки и особенности проведения газодинамического эксперимента в тепловых двигателях.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература

1. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебник для вузов / С.Ш. Сайриддинов. - М.: Издательство АСВ, 2014.
2. Основы прикладной газовой динамики [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. П. Строгалева, И. О. Толкачева, Н. В. Быков. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.
3. Методы вычислительной гидродинамики в расчетах движения жидкости в системах со сложной топологией: учебное пособие С. М. Аракелян [и др.]; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 99 с. – ISBN 978--9984-0589-1.

б) Дополнительная литература

1. Тарасенко В.И., Угорова С.В., Зуев К.И., и др. Методические указания к лабораторным работам по курсам «Механика жидкостей и газов», «Гидравлика, гидромашины и гидроприводы» и др. ВлГУ, 2011. – 44 с.
2. Зуев К. И. Гидравлические системы Ч1. Гидравлические машины. Методические указания к лекциям. ВлГУ, 2009. – 40 с.
3. Зуев К. И. Гидравлические системы Ч2. Гидравлические приводы, гидроаппаратура, устройства гидроавтоматики. Методические указания к лекциям. ВлГУ, 2011. – 44 с.
4. Примеры решения задач по гидравлике: учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. И дополн./Е.А. Крестин; СГАСУ. – Самара, 2012.
5. Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Практикум с методическими указаниями и решениями [Электронный ресурс]: учебное пособие / Зуева Е.Ю. - М. : Издательский дом МЭИ, 2012.
6. Гидравлика [Электронный ресурс]: Учеб. Пособие/ В.А. Кудинов, Э.М. Карташов.- М.: Арбис, 2012.

Периодические издания.

1. Журнал «Двигателестроение».
2. Журнал «Автомобильный транспорт».

Интернет - ресурсы.

1. <http://www.ecology-npf.narod.ru>
2. <http://www.transport-at.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА»

На кафедре ТГВ и Г имеются лаборатории для проведения лабораторных работ по курсам «Гидравлика» и «Гидромашины и гидроприводы», компьютерный класс. На кафедре ТД и ЭУ имеется оснащенная лаборатория газовой динамики для выполнения лабораторных работ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение».

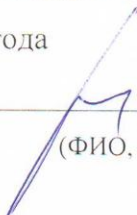
Рабочую программу составил кандидат технических наук, доцент  С.А. Журавлев

Рецензент главный специалист ООО "ЗИП "КТЗ"  А.Р. Кульчицкий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТД и ЭУ

Протокол № 9 от 10.11.2015 года

Заведующий кафедрой _____

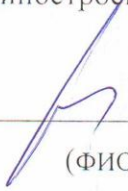

(ФИО, подпись)

В.Ф. Гусев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.03 "Энергетическое машиностроение"

Протокол № 6 от 11.11.2015 года

Председатель комиссии _____


(ФИО, подпись)

В.Ф. Гусев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 21 от 6.09.2016 года

Заведующий кафедрой _____
[Signature]

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой _____
[Signature]

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 24 от 04.09.18 года

Заведующий кафедрой _____
[Signature]

Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.19 года

Заведующий кафедрой _____
[Signature]

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____