

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161186	Экспериментальные исследования и испытания турбоустановок

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Цифровые технологии в проектировании и эксплуатации турбоустановок	Код ОП 1. 13.04.03/33.11
Направление подготовки 1. Энергетическое машиностроение	Код направления и уровня подготовки 1. 13.04.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Блинов Виталий Леонидович	к.т.н., доцент	доцент	Турбины и двигатели
2	Плотников Леонид Валерьевич	д.т.н., Доцент	Доцент	Турбины и двигатели

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Экспериментальные исследования и испытания турбоустановок

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль направлен на изучение вопросов организации экспериментальных исследований и испытаний турбоустановок, их узлов и деталей. Акценты в обучении сделаны на правильном формировании программы испытаний, разработке специальных экспериментальных стендов, оснащении их современным измерительным оборудованием определенных типов и характеристик под решение конкретных задач, автоматизации процесса сбора и обработки экспериментальных данных. Знания и умения, полученные студентами при изучении содержания модуля, будут важны для определения экспериментальных характеристик разрабатываемых объектов, сертификации изделий и последующего ввода в эксплуатацию оборудования при импортозамещении, создании новых турбоустановок и их узлов, а также при модернизации существующего оборудования предприятий топливно-энергетического комплекса.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Метрологическое обеспечение и сертификация изделий	3
2	Испытания, наладка и экспериментальные исследования турбомашин	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

<p>Испытания, наладка и экспериментальные исследования турбомашин</p>	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>З-4 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	<p>ПК-7 - Способность принимать обоснованные решения по снижению числа отказов оборудования и повышению энергоэффективности эксплуатации объектов компрессорных станций на основе анализа показателей работы основного оборудования газоконпрессорных станций в целях планирования и проведения теплотехнических и специальных испытаний</p>	<p>З-1 - Перечислить методы определения технического состояния оборудования ГПА, правила обслуживания основных и вспомогательных систем газотурбинной установки и газоперекачивающего агрегата</p> <p>З-4 - Сформулировать задачи эксплуатации и требования к организации эксплуатации оборудования, обеспечивающие его надежность</p> <p>У-1 - Определять причины отклонения эксплуатационных параметров от установленных нормативами</p> <p>У-2 - Анализировать показатели основного оборудования газоконпрессорных станций (ГТУ и ЦБК) для оптимизации его работы</p>

		<p>П-1 - Сделать вывод о возможных отказах оборудования, исходя из анализа показателей работы основного оборудования газокompрессорных станций и его текущего технического состояния</p>
	<p>ПК-9 - Способен планировать, организовывать и контролировать проведение научно-исследовательских работ в области турбостроения для создания конкурентоспособной наукоемкой продукции и эксплуатации объектов энергетики</p>	<p>З-1 - Перечислить способы планирования прикладных научно-исследовательских работ в области турбиностроения</p> <p>З-3 - Объяснять роль научно-исследовательских работ в повышении эксплуатационных характеристик турбоустановок</p> <p>У-3 - Формулировать рекомендации по улучшению эксплуатационных характеристик турбоустановок на основе проведенных научно-исследовательских работ</p>
<p>Метрологическое обеспечение и сертификация изделий</p>	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p>
	<p>ПК-7 - Способность принимать обоснованные решения по снижению числа отказов оборудования и повышению энергоэффективности эксплуатации объектов компрессорных станций на основе анализа показателей работы основного оборудования газокompрессорных станций в целях</p>	<p>З-4 - Сформулировать задачи эксплуатации и требования к организации эксплуатации оборудования, обеспечивающие его надежность</p> <p>У-2 - Анализировать показатели основного оборудования газокompрессорных станций (ГТУ и ЦБК) для оптимизации его работы</p>

	планирования и проведения теплотехнических и специальных испытаний	
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Метрологическое обеспечение и
сертификация изделий

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Недошивина Татьяна Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»

Протокол № 1 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Недошивина Татьяна Анатольевна, Доцент, турбин и двигателей

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Понятие метрологического обеспечения производства продукции машиностроения и ее верификации	Термины и определения. Предмет и цель метрологического обеспечения. Классификация метрологического обеспечения. Элементы метрологического обеспечения. Этапы работ по созданию и поддержанию функционирования системы МО.
P2	Процессный подход к измерению	Признаки понятия "измерения". Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений. Нормативная документация обеспечения единства измерений в Российской Федерации. Сферы деятельности.
P3	Референтные методики измерений	Основные понятия. Требования к референтным методикам измерений.
P4	Технология разработки (оформления) технологической документации	Общие положения стандартов ЕСТД. Виды технологических документов и их назначение. Особенности построения форм и выполнения бланков документов. Общие правила разработки технологических процессов. Требования стандартов по выбору средств технологического оснащения процессов контроля и документации на контроль и испытания испытаний. Отражение требований техники безопасности в технологической документации на контроль (испытания). Оформление и разработка технологических документов на выполнение контроля, испытаний. Учет требований технических регламентов, национальных стандартов и нормативных документов органов государственного надзора при разработке процессов контроля и испытаний.

P5	Технология разработки (оформления) текстовых конструкторских документов на контроль и испытания	Содержание и требования стандартов ЕСКД к выполнению текстовых конструкторских документов. Технология разработки технических условий на продукцию, технологические процессы машиностроения, программ испытаний. учет требований технических регламентов, национальных стандартов и нормативных документов органов государственного надзора. Оформление и условное обозначение технических условий, программ испытания.
P6	Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений	Разновидности погрешностей средств измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Закономерности формирования результатов измерений. Оценка погрешности результата измерений
P7	Оценка состояния измерений	Цели оценки состояния измерений. Оценивание соответствия нормативной документации на объекты, методы измерений и методы испытаний. Оценивание соответствия средств измерений. Оценивание соответствия испытательного оборудования. Оценивание применяемых стандартных образцов. Оценивание состояния методик измерений. Оценивание квалификации персонала. Аттестация испытательного оборудования.
P8	Организация и порядок проведения поверки средств измерений	Поверочная деятельность. Калибровка и поверка - отличия. Нормативные документы, регламентирующие поверку средств измерений. Поверочные документы. Виды поверок. Графики поверки средств измерений. Требования к методикам поверки средств измерений. Поверочные схемы, локальные поверочные схемы и их построение. Знаки поверки и калибровочные клейма.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрологическое обеспечение и сертификация изделий

Электронные ресурсы (издания)

1. Кононогов, С. А.; Координатная метрология : монография.; Академия стандартизации, метрологии и сертификации, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=138892> (Электронное издание)
2. Голуб, О. В.; Стандартизация, метрология и сертификация : учебное пособие.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57452> (Электронное издание)
3. Крюков, Р. В.; Стандартизация, метрология, сертификация: конспект лекций : учебное пособие.; А-Приор, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56266> (Электронное издание)

4. , Матушкина, И. Ю., Онищенко, Л. А.; Техническое регулирование: технические регламенты и стандартизация : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696254> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Правиков, Ю. М., Муслина, Г. Р.; Метрологическое обеспечение производства : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в", "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизир. технологии и пр-ва".; КНОРУС, Москва; 2009 (7 экз.)
2. Рего, К. Г.; Метрологическая обработка результатов технических измерений : Справ. пособие.; Техника, Киев; 1987 (12 экз.)
3. Сергеев, А. Г., Латышев, М. В., Терегеря, В. В.; Метрология, стандартизация, сертификация : Учеб. пособие для студентов вузов.; Логос, Москва; 2001 (6 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Издательство журналов РИА "Стандарты и качество" <https://ria-stk.ru/>
2. Консультант плюс <http://www.consultant.ru/>
3. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии <https://www.rst.gov.ru/portal/gost>
4. Евразийская экономическая комиссия <http://www.eurasiancommission.org/ru/Pages/default2>.
5. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ 6. ФГИС АРШИН <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1) eLibrary <http://elibrary.ru/>
- 2) ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru/>
- 3) Издательство "Лань" <http://e.lanbook.com/ook.com/>
- 4) Поисковая система Yandex <https://yandex.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрологическое обеспечение и сертификация изделий

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	не требуется
5	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Испытания, наладка и экспериментальные
исследования турбомашин

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Плотников Леонид Валерьевич	д.т.н., Доцент	Доцент	Турбины и двигатели
2	Седунин Вячеслав Алексеевич	к.т.н.	доцент	Турбины и двигатели

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральская передовая инженерная школа
«Цифровое производство»**

Протокол № 1 от 01.02.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Плотников Леонид Валерьевич, Доцент, Турбины и двигатели
- Седунин Вячеслав Алексеевич, доцент, Турбины и двигатели

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1.	Введение.	Понятие эксперимента. Роль экспериментальных исследований в развитии техники. Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2.	Общие вопросы организации исследований турбоустановок	Виды и цели исследований ГТУ. Программа испытаний как основной документ, определяющий результаты испытаний. Стенды для испытаний ГТУ и их оборудование. Характеристики ГТУ, подлежащие исследованиям.
P3.	Измерения при исследованиях турбоустановок	Процессы и рабочие тела ГТУ. Измерение давлений, температур, расходов. Измерения в потоках. Определение мощности ГТУ. Определение параметров топлива ГТУ. Автоматизация сбора и обработки данных промышленных экспериментов.
P4.	Вопросы методологии исследований	Погрешности приборов, их природа, методы коррекции. Статистические характеристики результатов измерений. Планирование экспериментов. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент.
P5.	Обработка результатов испытаний турбоустановок	Первичная обработка. Получение значений искомых величин испытаний. Приведение результатов испытаний к расчетным условиям.

Р6.	Исследование отдельных узлов и аппаратов турбоустановок	Исследование камер сгорания ГТУ. Исследование теплообменных аппаратов ГТУ. Исследования центробежных нагнетателей природного газа в составе ГПА.
Р7.	Специальные исследования	Вибрационные и акустические исследования. Исследование напряжений и деформаций деталей статора и ротора. Исследование полей температур деталей.
Р8.	Заключение	Перспективы развития экспериментальных исследований турбоустановок. Новые формы постановки и обработки результатов экспериментов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Испытания, наладка и экспериментальные исследования турбомашин

Электронные ресурсы (издания)

1. Осипов, Е., Е.; Экспериментальные исследования межтурбинных переходных каналов авиационных двигателей и газотурбинных установок : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259300> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ольховский, Г. Г.; Тепловые испытания стационарных газотурбинных установок; Энергия, Москва; 1971 (2 экз.)
2. Сахаров, А. М.; Тепловые испытания паровых турбин; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (17 экз.)
3. Петунин, А. Н.; Методы и техника измерений параметров газового потока; Машиностроение, Москва; 1996 (1 экз.)
4. Горский, В. Г.; Планирование промышленных экспериментов (модели статики); Metallurgy, Москва; 1974 (2 экз.)
5. Преображенский, В. П.; Теплотехнические измерения и приборы : [учебник для специальности "Автоматизация теплоэнергет. процессов"]; Энергия, Москва; 1978 (31 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Испытания, наладка и экспериментальные исследования турбомашин

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Adobe Systems Adobe Captivate 2019 11 Multiple Platforms Interational English AOO License TLP (1-9999) WaterSteamPro 6.5 Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Adobe Systems Adobe Captivate 2019 11 Multiple Platforms Interational English AOO License TLP (1-9999)

		<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Adobe Systems Adobe Captivate 2019 11 Multiple Platforms Interational English AOO License TLP (1-9999)</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>