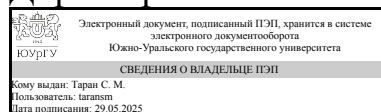


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



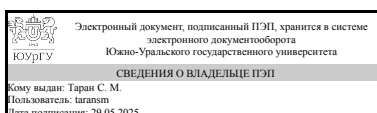
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.13 Цифровые двойники поршневых двигателей
для направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение
уровень Магистратура
магистерская программа Двигатели для устойчивого развития
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и
специальной техники "Сердце Урала"**

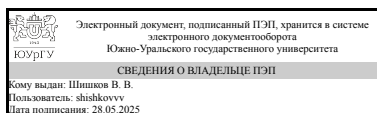
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 149

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



В. В. Шишков

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины - формирование компетенций в области создания надежных поршневых двигателей на основе современных цифровых технологий для моделирования процессов и проектирования элементов и систем двигателей внутреннего сгорания. Задачи преподавания дисциплины – получение знаний в области цифровых двойников, основных подходов к определению понятия "цифровой двойник", основных подходы к валидации и верификации моделей; формирование умений по использованию подходов к созданию цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия; формирование практических навыков создания цифровых двойников энергетических установок на стадии проектирования.

Краткое содержание дисциплины

Концепция цифровых двойников. Основные подходы к определению понятия "цифровой двойник". Основные подходы к валидации и верификации моделей. Основные подходы к созданию цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия. Создание цифровых двойников поршневых двигателей на стадии проектирования.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен применять современные цифровые технологии для моделирования процессов и проектирования элементов и систем двигателей внутреннего сгорания	Знает: концепцию цифровых двойников; основные подходы к определению понятия "цифровой двойник"; основные подходы к валидации и верификации моделей Умеет: использовать подходы к созданию цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия Имеет практический опыт: создания цифровых двойников энергетических установок на стадии проектирования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Комплексное моделирование гибридных силовых установок, Программные комплексы для проектирования поршневых двигателей, Проектный практикум, Производственная практика (проектная) (4 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 40,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	67,5	67,5
Подготовка к практическим занятиям	25,5	25,5
Подготовка к экзамену	18	18
Подготовка к мероприятиям текущего контроля	24	24
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Концепция цифровых двойников. Основные подходы к определению понятия "Цифровой двойник".	2	2	0	0
2	Основные положения ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»	2	2	0	0
3	Математические и компьютерные модели. Адекватность моделей.	6	2	4	0
4	Верификация моделей. Валидация моделей. Верификация и валидация программного обеспечения компьютерного моделирования	2	2	0	0
5	Элементы и инструменты разработки цифровых двойников изделий. Многоуровневая система требований. Цифровые (виртуальные) испытания	2	2	0	0
6	Цифровые (виртуальные) испытательные стенды и полигоны. Программно-технологическая платформа цифровых двойников.	2	2	0	0
7	Цифровые двойники изделий. Цифровая модель изделия. Двусторонние информационные связи.	8	2	6	0
8	Цифровые двойники для вновь разрабатываемых и эксплуатируемых изделий. Перспективы развития цифровых двойников в высокотехнологичной промышленности.	8	2	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Концепция цифровых двойников. Основные подходы к определению понятия "Цифровой двойник".	2
2	2	Основные положения ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»	2
3	3	Математические и компьютерные модели. Адекватность моделей.	2
4	4	Верификация моделей. Валидация моделей. Верификация и валидация программного обеспечения компьютерного моделирования	2
5	5	Элементы и инструменты разработки цифровых двойников изделий. Многоуровневая система требований. Цифровые (виртуальные) испытания	2
6	6	Цифровые (виртуальные) испытательные стенды и полигоны. Программно-технологическая платформа цифровых двойников.	2
7	7	Цифровые двойники изделий. Цифровая модель изделия. Двусторонние информационные связи.	2
8	8	Цифровые двойники для вновь разрабатываемых и эксплуатируемых изделий. Перспективы развития цифровых двойников в высокотехнологичной промышленности.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Модели поршневых двигателей нулевого и 1D уровня.	2
2	3	Методы оценки адекватности модели поршневых двигателей нулевого и 1D уровня.	2
3	7	Создание цифрового двойника уровня 1D одноцилиндрового поршневого двигателя.	2
4	7	Формирование исходных данных для цифровой модели уровня 1D одноцилиндрового поршневого двигателя	2
5	7	Создание цифрового двойника одномерной модели топливной аппаратуры дизеля	2
6	8	Цифровой двойник полноразмерного газопоршневого двигателя.	2
7	8	Формирование исходных данных для цифрового двойника полноразмерного газопоршневого двигателя.	2
8	8	Цифровые (виртуальные) испытания поршневого двигателя.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям	Элементы системы автоматизированного	1	25,5

	проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ : Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутреннего сгорания" / Под общ. ред. Р. М. Петриченко. - Л. : Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990. - 328 с. : ил. Шароглазов Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов : учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" / Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. : ил.		
Подготовка к экзамену	Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ : Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутреннего сгорания" / Под общ. ред. Р. М. Петриченко. - Л. : Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990. - 328 с. : ил. Шароглазов Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов : учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" / Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. : ил.	1	18
Подготовка к мероприятиям текущего контроля	Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ : Учеб. для вузов по спец."Двигатели внутреннего сгорания" / Под общ. ред. Р. М. Петриченко. - Л. : Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990. - 328 с. : ил. Шароглазов Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов : учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" / Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал.	1	24

	гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. : ил.		
--	--	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Контрольная работа 1	1	40	Письменный опрос Процедура проведения и оценивания: Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 40 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Полный правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными замечаниями соответствует 15 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Контрольная работа 2	1	40	Письменный опрос Процедура проведения и оценивания: Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 40 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Полный правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными замечаниями соответствует 15 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.	экзамен
3	1	Текущий	Контрольная	1	40	Письменный опрос Процедура проведения	экзамен

		контроль	работа 3			и оценивания: Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 40 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Полный правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными замечаниями соответствует 15 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.	
4	1	Промежуточная аттестация	Контрольная работа 4	-	40	Письменный опрос Процедура проведения и оценивания: Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 40 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Полный правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными замечаниями соответствует 15 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Письменный опрос Процедура проведения и оценивания: Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 40 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Полный правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными замечаниями соответствует 15 баллам. Частично правильный ответ соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-3	Знает: концепцию цифровых двойников; основные подходы к определению понятия "цифровой двойник"; основные подходы к валидации и верификации моделей	+	+		
ПК-3	Умеет: использовать подходы к созданию цифровых двойников на разных стадиях жизненного цикла изделия			+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: создания цифровых двойников энергетических установок на стадии проектирования				+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ : Учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / Под общ. ред. Р. М. Петриченко. - Л. : Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990. - 328 с. : ил.
2. Шароглазов Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов : учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" / Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Двигатели внутреннего сгорания : учеб. для вузов по специальности "Автомобили и автомобил. хоз-во" направления подгот. дипломиру. специалистов "Эксплуатация наземного транспорта и транспорт. оборудования": в 3 кн. . Кн. 1 / В. Н. Луканин, К. А. Морозов, А. С. Хачиян и др.; под ред. В. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. - 3-е изд., перераб. и испр.. - М. : Высшая школа, 2007. - 479 с. : ил.
2. Двигатели внутреннего сгорания : Учеб. для вузов по специальности "Автомобили и автомобил. хоз-во" направления "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования": В 3 кн. . Кн. 3 / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Т. Ю. Кричевская и др.; Под ред. В. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 2005. - 413, [1] с. : ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Реферативный журнал. Двигатели внутреннего сгорания. 39. : отд. вып. / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ). - М. : ВИНТИ, 1963-. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Автоматизированное проектирование ДВС

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -T-FLEX CAD(бессрочно)
2. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	315a (2)	Проектор, компьютерный класс
Практические занятия и семинары	315a (2)	Проектор, компьютерный класс