

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ
МАТЕРИАЛОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10.03.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 129,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Коллоквиум Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Родякина Р.В.
	Идентификатор	R768be585-RodiakinaRV-b3c4458

Р.В. Родякина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков П.В.
	Идентификатор	Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4

П.В. Волков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

А.Л. Гончаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучении систем автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов, их особенностей и возможностей для их последующего использования в работе при разработке технологий производства энергетического оборудования.

Задачи дисциплины

- приобретение знаний о существующих системах автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов, используемых при разработке производства энергетического оборудования;
- приобретение знаний о существующих приемах автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов;
- приобретение навыков расчета, моделирования и анализа получаемых результатов в ходе автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов, используемых при разработке производства энергетического оборудования.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен участвовать в разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования	ИД-3 _{ПК-2} Демонстрирует понимание основ технологий производства энергетического оборудования с помощью систем автоматизированного проектирования	знать: - существующие системы автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов, которые могут использоваться при производстве энергетического оборудования и возможности их использования; - существующие методы автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов; - роль САПР в современном производстве энергетического оборудования, их классификацию, современные концепции автоматизации производства и методологию автоматизированного проектирования; - особенности работ, связанных с автоматизированным проектированием сварочных технологических процессов, используемых при производстве энергетического оборудования. уметь: - использовать САПР для построения сварочных технологических процессов, используемых в ходе производства энергетического оборудования; - использовать САПР для анализа процессов, протекающих в металле при сварке в ходе производства энергетического оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать алгоритмы численного решения многомерных задач нестационарного теплообмена при сварке, плавке, пайке и наплавке, на основе явной и неявной разностных схем
- знать численной интерпретации граничных условий и сварочных источников теплоты для различных видов сварки
- знать концепции Эйлера и Лагранжа для моделирования процессов переноса в жидких средах при сварке, плавке, пайке и наплавке
- знать современные подходы к моделированию течения жидкой среды со свободной поверхностью при сварке, плавке, пайке и наплавке
- уметь разрабатывать алгоритмы численного решения системы уравнений Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости с использованием подхода Эйлера и метода контрольных объемов
- уметь применять полученные знания для самостоятельной разработки и алгоритмизации комплексных моделей сварочных процессов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения	24	3	4	-	2	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к коллоквиуму «Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 11-17, 20-28</p>
1.1	Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения	24		4	-	2	-	-	-	-	-	18	-	
2	Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования	42		10	-	6	-	-	-	-	-	26	-	
2.1	Математическое обеспечение автоматизированного	42	10	-	6	-	-	-	-	-	26	-		

	проектирования при производстве энергетического оборудования													технологии изготовления сосуда для перевозки газообразных веществ» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 54-68, 92-100
3	Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования	40	10	-	4	-	-	-	-	-	-	26	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к коллоквиуму «Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования» <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Изучение учебных материалов и выполнение расчетов с целью подготовки РГР «Автоматизированное проектирование технологии изготовления сосуда для перевозки газообразных веществ»
3.1	Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования	40	10	-	4	-	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение теоретического материала с целью подготовки к контрольной работе на тему "Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 21-38
4	Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования	38	8	-	4	-	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Изучение учебных материалов и выполнение расчетов с целью подготовки РГР «Автоматизированное проектирование технологии изготовления сосуда для перевозки газообразных веществ» <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к
4.1	Автоматизированное проектирование	38	8	-	4	-	-	-	-	-	-	26	-	защите РГР «Автоматизированное проектирование технологии изготовления

технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования													сосуда для перевозки газообразных веществ» <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к коллоквиуму «Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 15-36
Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
Всего за семестр	180.0		32	-	16	-	2	-	-	0.5	96	33.5	
Итого за семестр	180.0		32	-	16		2		-	0.5		129.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения

1.1. Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения

Понятие проектирования и его место в процессе жизненного цикла объектов энергетического оборудования. Понятие о САПС-технологии. ОКР и ее этапы при производстве энергетического оборудования. Задачи и виды САПР. Определение САД, САМ и САЕ. Классификация САПР. Уровни, аспекты и этапы проектирования. Типовые проектные процедуры, используемые при производстве энергетического оборудования.

2. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования

2.1. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования

Виды математических моделей, используемых в САПР и их основные особенности. Структура и способы процесса проектирования. Процедуры синтеза и анализа. Постановки и подходы к решению задач анализа в САПР. Постановки и подходы к решению задач синтеза в САПР. Подходы, применяемые в САПР к моделированию процессов, протекающих в металлах сварных конструкций. Маршруты проектирования и принципы их построения.

3. Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования

3.1. Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования

Взаимосвязь этапов проектирования, технологической подготовки, изготовления и эксплуатации сварной конструкции. Автоматизированное решение проектных задач технологической подготовки сварки конструкций энергетического машиностроения. Автоматизированное решение технологических задач, возникающих при сварке конструкций энергетического машиностроения.

4. Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования

4.1. Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования

Общие вопросы автоматизации проектирования сварочной технологии. Обработка и представление в САПР исходных данных. Формирование в САПР последовательности сборки и сварки конструкции. Формирование в САПР маршрутной и операционной технологии изготовления отдельной сборочной единицы. Оптимизация поиска решений в системах САПР..

3.3. Темы практических занятий

1. Общие вопросы автоматизации проектирования сварочной технологии. Обработка и представление в САПР исходных данных. Формирование в САПР последовательности сборки и сварки конструкции (2 часа);
2. Автоматизированное решение технологических задач, возникающих при сварке конструкций энергетического машиностроения (2 часа);

3. Виды математических моделей, используемых в САПР и их основные особенности. Структура и способы процесса проектирования. Процедуры синтеза и анализа (2 часа);
4. Определение САД, САМ и САЕ. Применение САПР в сварочном производстве (2 часа);
5. Постановки и подходы к решению задач анализа в САПР. Постановки и подходы к решению задач синтеза в САПР. Подходы, применяемые в САПР к моделированию процессов, протекающих в металлах сварных конструкций (2 часа);
6. Формирование в САПР маршрутной и операционной технологии изготовления отдельной сборочной единицы. Оптимизация поиска решений в системах САПР (1 час). Защита РГР «Автоматизированное проектирование технологии изготовления сосуда для перевозки газообразных веществ» (1 час);
7. Контрольная работа № 1 "Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования" (2 часа);
8. Взаимосвязь этапов проектирования, технологической подготовки, изготовления и эксплуатации сварной конструкции. Автоматизированное решение проектных задач технологической подготовки сварки конструкций энергетического машиностроения (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Групповая консультация по разделу "Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения" проводится перед экзаменом
2. Групповая консультация по разделу "Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования" проводится перед экзаменом
3. Групповая консультация по разделу "Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования" проводится перед экзаменом
4. Групповая консультация по разделу "Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования" проводится перед экзаменом

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
особенности работ, связанных с автоматизированным проектированием сварочных технологических процессов, используемых при производстве энергетического оборудования	ИД-3ПК-2				+	Коллоквиум/Коллоквиум № 4 "Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования"
роль САПР в современном производстве энергетического оборудования, их классификацию, современные концепции автоматизации производства и методологию автоматизированного проектирования	ИД-3ПК-2	+				Коллоквиум/Коллоквиум № 1. Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения
существующие методы автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов	ИД-3ПК-2		+			Коллоквиум/Коллоквиум № 2. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования
существующие системы автоматизированного проектирования сварочных технологических процессов, которые могут использоваться при производстве энергетического оборудования и возможности их использования	ИД-3ПК-2			+		Коллоквиум/Коллоквиум № 3 "Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования"
Уметь:						
использовать САПР для анализа процессов, протекающих в металле при сварке в ходе производства энергетического оборудования	ИД-3ПК-2		+			Коллоквиум/Коллоквиум № 2. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования
использовать САПР для построения сварочных технологических процессов, используемых в ходе производства энергетического оборудования	ИД-3ПК-2				+	Расчетно-графическая работа/Защита РГР «Автоматизированное проектирование технологии изготовления сосуда для перевозки газообразных веществ»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Коллоквиум № 1. Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения (Коллоквиум)
2. Коллоквиум № 2. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования (Коллоквиум)
3. Коллоквиум № 3 "Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования" (Коллоквиум)
4. Коллоквиум № 4 "Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования" (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита РГР «Автоматизированное проектирование технологии изготовления сосуда для перевозки газообразных веществ» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Родякина, Р. В. Автоматизированное проектирование и математическое моделирование технологических процессов. В 2 ч. Ч.1 : учебное пособие по курсу "Автоматизированное проектирование и математическое моделирование технологических процессов обработки материалов концентрированными потоками энергии" по направлению "Технологические машины и оборудование" / Р. В. Родякина ; Ред. В. М. Качалов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 56 с. - ISBN 5-7046-1077-3 .;
2. Родякина, Р. В. Автоматизированное проектирование и математическое моделирование технологических процессов. В 2 ч. Ч.2 : учебное пособие по курсу "Автоматизированное проектирование и математическое моделирование технологических процессов обработки материалов концентрированными потоками энергии" по направлению "Технологические машины и оборудование" / Р. В. Родякина ; Ред. В. М. Качалов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 60 с. - ISBN 5-7046-1313-6 .;

3. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : Учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. П. Норенков . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 . – 336 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-2090-1 .;
4. Малюх В. Н.- "Введение в современные САПР: Курс лекций", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2010 - (192 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1314.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - [Http://proinfosoft.ru;](http://proinfosoft.ru;)
<http://docs.cntd.ru/>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
10. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для

аттестации	механико-технологических испытаний	хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Х-101а, Лаборатория неразрушающего контроля	кресло рабочее, стол, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

САПР технологических процессов обработки материалов

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Коллоквиум № 1. Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения (Коллоквиум)
- КМ-2 Коллоквиум № 2. Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования (Коллоквиум)
- КМ-3 Коллоквиум № 3 "Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования" (Коллоквиум)
- КМ-4 Коллоквиум № 4 "Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования" (Коллоквиум)
- КМ-5 Защита РГР «Автоматизированное проектирование технологии изготовления сосуда для перевозки газообразных веществ» (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения						
1.1	Принципы и основные задачи проектирования, используемые при производстве энергетического оборудования. Термины и определения		+				
2	Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования						
2.1	Математическое обеспечение автоматизированного проектирования при производстве энергетического оборудования			+			
3	Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования						
3.1	Общая концепция сквозного конструкторско-технологического проектирования на базе компьютерных технологий при производстве энергетического оборудования				+		
4	Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования						

4.1	Автоматизированное проектирование технологии сборочно-сварочного производства при производстве энергетического оборудования				+	+
Вес КМ, %:		10	40	10	10	30