

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 14 » января 20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Компьютерное моделирование и оптимизация литейных процессов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
(код и наименование направления)

Направленность: Инновационные технологии аддитивного и литейного производства
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

- формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для разработки сложных технологических процессов получения литых заготовок в машиностроении в частности в литейном производстве с применением современных прикладных компьютерных программ

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- компьютерные технологии применяемые в машиностроении
- принципы разработки сложных технологических процессов получения литых заготовок из сплавов на основе никеля для изготовления лопаток ГТД.
- разработка сложных технологических процессов получения литых заготовок в прикладных программных комплексах Autodesk INVENTOR, ProCAST и СКМ ЛП ПОЛИГОН.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|--------------------------|
| ПК-2.2 | ИД-1ПК-2.2 | Знает возможности компьютерных систем в разработке технологических процессов изготовления деталей | Знает возможности компьютерных систем в разработке технологических процессов изготовления деталей | Дифференцированный зачет |
| ПК-2.2 | ИД-2ПК-2.2 | Умеет использовать компьютерные системы в разработке технологических процессов изготовления деталей | Умеет использовать компьютерные системы в разработке технологических процессов изготовления деталей | Курсовой проект |
| ПК-2.2 | ИД-3ПК-2.2 | Владеет компьютерными системами в разработке технологических процессов изготовления деталей | Владеет компьютерными системами в разработке технологических процессов изготовления деталей | Курсовой проект |
| ПК-2.5 | ИД-1ПК-2.5 | Знает параметры технологических процессов получения отливок специальными видами литья и их особенности | Знает параметры технологических процессов получения отливок специальными видами литья и их особенности | Дифференцированный зачет |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------------|
| ПК-2.5 | ИД-2ПК-2.5 | Умеет определять технологические возможности оборудования для изготовления форм, разрабатывать технологию изготовления форм и стержней с учетом особенностей действующего и нового оборудования | Умеет определять технологические возможности оборудования для изготовления форм, разрабатывать технологию изготовления форм и стержней с учетом особенностей действующего и нового оборудования | Курсовой проект |
| ПК-2.5 | ИД-3ПК-2.5 | Владеет навыками анализа вариантов формирования внешних и внутренних поверхностей сложной отливки | Владеет навыками анализа вариантов формирования внешних и внутренних поверхностей сложной отливки | Курсовой проект |
| ПК-4.2 | ИД-1ПК-4.2 | Знает параметры технологических процессов получения отливок специальными видами литья и их особенности; способы заливки форм, их преимущества и недостатки; способы сборки форм, их преимущества и недостатки | Знает параметры технологических процессов получения отливок специальными видами литья и их особенности; способы заливки форм, их преимущества и недостатки; способы сборки форм, их преимущества и недостатки | Дифференцированный зачет |
| ПК-4.2 | ИД-2ПК-4.2 | Умеет выявлять, классифицировать и анализировать дефекты пробной партии изделий литейного цеха; выявлять дефекты изделий пробной партии и определять причины их возникновения, определять причины проблем при запуске производства; разрабатывать методики и программы контроля качества на каждом из этапов изготовления отливок | Умеет выявлять, классифицировать и анализировать дефекты пробной партии изделий литейного цеха; выявлять дефекты изделий пробной партии и определять причины их возникновения, определять причины проблем при запуске производства; разрабатывать методики и программы контроля качества на каждом из этапов изготовления отливок | Курсовой проект |
| ПК-4.2 | ИД-3ПК-4.2 | Владеет навыками систематизация, анализа и выявления причин возникновения дефектов отливок пробной партии в литейном цехе, оценки | Владеет навыками систематизация, анализа и выявления причин возникновения дефектов отливок пробной партии в литейном цехе, оценки | Курсовой проект |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------------|
| | | проблем при запуске производства | проблем при запуске производства | |
| ПК-4.6 | ИД-1ПК-4.6 | Знает принципы технологического группирования изделий, методы анализа технического уровня объектов техники и технологии | Знает принципы технологического группирования изделий, методы анализа технического уровня объектов техники и технологии | Дифференцированный зачет |
| ПК-4.6 | ИД-2ПК-4.6 | Умеет классифицировать машиностроительные изделия по конструктивно-технологическим признакам для формирования групп, для которых целесообразно разрабатывать групповые технологические процессы | Умеет классифицировать машиностроительные изделия по конструктивно-технологическим признакам для формирования групп, для которых целесообразно разрабатывать групповые технологические процессы | Курсовой проект |
| ПК-4.6 | ИД-3ПК-4.6 | Владеет навыками унификации и типизации конструкторско-технологических решений | Владеет навыками унификации и типизации конструкторско-технологических решений | Курсовой проект |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--|-------------|------------------------------------|
| | | Номер семестра |
| | | 4 |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 60 | 60 |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | |
| - лекции (Л) | 24 | 24 |
| - лабораторные работы (ЛР) | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 34 | 34 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | 2 |
| - контрольная работа | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 120 | 120 |
| 2. Промежуточная аттестация | | |
| Экзамен | | |
| Дифференцированный зачет | 9 | 9 |
| Зачет | | |
| Курсовой проект (КП) | 36 | 36 |
| Курсовая работа (КР) | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 180 | 180 |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 4-й семестр | | | | |
| Цифровые системы применяемые в литейном производстве | 8 | 0 | 10 | 40 |
| Тема 1. Современные системы автоматизированного проектирования - Информационно справочные системы Norma CS, ADEM, i-Ris, TDMS, Техэксперт - Российские САПР ADEM, K3, Model Studio CS Тема 2. Современные системы автоматизированного проектирования не российских разработчиков. - Бесплатные САПР разработчиков разных стран с открытым исходным кодом BRL-CAD, QCAD, FreeCAD - Бесплатные проприетарные САПР Medusa 4, DraftSight - Платные САПР разработчиков разных стран Cadmech., Autodesk | | | | |
| Принципы разработки сложных технологических процессов получения литых заготовок | 8 | 0 | 12 | 40 |
| Тема 3. Принципы разработки сложных технологических процессов получения литых заготовок для ГТД из никелевых сплавов. Выбор и обоснование технологического процесса получения литой заготовки из титановых сплавов на основе анализа конструкторской документации на изделие. Особенности разработки технических заданий на проектирование и изготовление средств технического оснащения. Выбор оборудования и технологической оснастки. Выбор программных средств. Постановка задачи моделирования | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Сложные технологические процессы получения литых заготовок в прикладных программных комплексах Autodesk INVENTOR, ProCAST, СКМ ЛП ПОЛИГОН | 8 | 0 | 12 | 40 |
| Тема 4. Технологические процессы литья сплавов на основе никеля в ЛВМ. Тепловые процессы при литье, взаимодействие расплава с материалом формы, типовые технологические операции и параметры процессов. Оценка технической эффективности данного метода. Разработка технологических нормативов на расход материалов, для получения литой заготовки заданным методом. Моделирование процесса литья в прикладном программном комплексе ProCAST и СКМ ЛП ПОЛИГОН. | | | | |
| ИТОГО по 4-му семестру | 24 | 0 | 34 | 120 |
| ИТОГО по дисциплине | 24 | 0 | 34 | 120 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|---|
| 1 | Разработка технического задания на проектирование и изготовление и изготовление средств технического оснащения, выбор оборудования и технологической оснастки |
| 2 | Оценка технологической эффективности разработки технологических процессов, начальная экспертиза технической документации |
| 3 | Принципы разработки сложных технологических процессов получения литых заготовок (Семинар) |
| 4 | Разработка технологического процесса литья сплава на основе никеля в керамическую оболочковую форму |

Тематика примерных курсовых проектов/работ

| № п.п. | Наименование темы курсовых проектов/работ |
|--------|--|
| 1 | Моделирование процесса литья по выплавляемым моделям заготовки авиационного назначения |
| 2 | Моделирование процесса литья по выжигаемым моделям заготовки авиационного назначения |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---------------------------------------|--|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2013. 136 с. 8,625 усл. печ. л. | 24 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Онокой Л. С., Титов В. М. Компьютерные технологии в науке и образовании : учебное пособие для вузов. Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. 223 с. 14 усл. печ. л. | 1 |
| 2 | Черепашков А. А., Носов Н. В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении : учебник для вузов. Волгоград : Ин-Фолио, 2009. 591 с. | 10 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| 1 | Литейное производство : международный научно-технический журнал. Москва : Союз-Литье, 1930 - . | |
| 2 | Литейщик России : научно-технический журнал. Москва : Рос. ассоц. литейщиков, 2002 - . | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| 1 | Единая система технологической документации : сборник государственные стандарты. Изд. офиц. Москва : Издательство стандартов, 2003. 213 с. | 1 |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------|---|---|---|
| Основная литература | Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / А. Ю. Крюков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. | http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3589 | локальная сеть; авторизованный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|---|--|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching) |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017 |
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | Autodesk Inventor Professional 2019 Education Multi-seat Stand-alone Single-user (s/n 564-05679252) |

| Вид ПО | Наименование ПО |
|---|--|
| Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением | ESI Group ProCAST (лиц.соглашение от 18.12.2009) |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|--|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | https://elib.pstu.ru/ |
| Образовательная платформа Юрайт | https://urait.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRsmart | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | локальная сеть |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | http://325290.inkip.ru/docs |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Курсовой проект | Доска маркерная | 1 |
| Курсовой проект | проектор | 1 |
| Лекция | Доска маркерная | 1 |
| Лекция | компьютер | 20 |
| Лекция | проектор | 1 |
| Лекция | экран настенный | 1 |
| Практическое занятие | Доска маркерная | 1 |
| Практическое занятие | компьютер | 20 |
| Практическое занятие | проектор | 1 |
| Практическое занятие | экран настенный | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|