

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Передовые технологии литейного производства
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Передовые производственные технологии газотурбинных двигателей
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование комплекса знаний, умений и навыков, в области теории и технологии литья лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов, процессов формообразования, средств контроля технологии литья; получения заготовок в литейном производстве

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- системный анализ технологического процесса изготовления отливок;
- технологичность литой детали;
- основные технологические параметры;
- проектирование технологического процесса литья;
- разработка конструкции и расчет литниково-питающих систем;
- дефекты отливок, причины возникновения, способы устранения;
- контроль исходных материалов, параметров технологического процесса, показателей качества отливок.

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 последовательность действий при оценке технологичности конструкции литых заготовок и оснастки для производства лопаток ГТД литьем из жаропрочных никелевых сплавов	Знает последовательность действий при оценке технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности	Дифференцированный зачет
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет использовать САД-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции литых заготовок и оснастки при производстве лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов	Умеет использовать САД-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий средней сложности	Курсовой проект

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-3ПК-2.2	Владеет навыками качественной и количественной оценки технологичности конструкции литых заготовок и оснастки для производства лопаток ГТД литьем из жаропрочных никелевых сплавов	Владеет навыками качественной и количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности	Курсовой проект
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.2	Знает параметры технологических процессов получения отливок литьем из жаропрочных никелевых сплавов 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-3.2	ИД-2ПК-3.2	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 из жаропрочных никелевых сплавов для ГТД	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	Дифференцированный зачет
ПК-3.2	ИД-3ПК-3.2	Владеет навыками систематизация, анализа и выявления причин возникновения дефектов отливок пробной партии в литейном цехе, оценки проблем при запуске производства лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов	Владеет навыками систематизация, анализа и выявления причин возникновения дефектов отливок пробной партии в литейном цехе, оценки проблем при запуске производства	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.5	ИД-1ПК-3.5	Знает технические возможности технологического оборудования организации. и методы технологического проектирования литых заготовок и оснастки для производства лопаток ГТД литьем из жаропрочных никелевых сплавов	Знает технические возможности технологического оборудования организации. и методы технологического проектирования	Дифференцированный зачет
ПК-3.5	ИД-2ПК-3.5	Умеет систематизировать и анализировать информацию по результатам работы литейного цеха производства лопаток ГТД из никелевых жаропрочных сплавов	Умеет систематизировать и анализировать информацию по результатам работы профильного подразделения	Дифференцированный зачет
ПК-3.5	ИД-3ПК-3.5	Владеет навыками проектирования технологических процессов передовых достижений науки и техники в области литья лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов	Владеет навыками проектирования технологических процессов передовых достижений науки и техники	Курсовой проект

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- 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)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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
2-й семестр				
Особенности эксплуатации литейных жаропрочных никелевых сплавов и предъявляемые к ним требования	2	0	0	2
1. Прочность и пластичность сплавов. 2. Характеристики жаропрочности сплавов. 3. Усталость и термоусталость сплавов. 4. Жаростойкость сплавов.				
Основы материаловедения литейных жаропрочных никелевых сплавов	6	0	6	12
1. Особенности легирования никелевых жаропрочных сплавов. 2. Структура и фазовый состав жаропрочных никелевых сплавов. 3. Структурная стабильность и жаропрочность. 4. Особенности структуры жаропрочных сплавов в связи с ликвацией. 5. Поверхности раздела и легирование. 6. Термическая обработка.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Металлургия литейных жаропрочных сплавов	4	0	4	10
1. Технологические процессы выплавки литейных жаропрочных сплавов. 2. Примеси в литейных жаропрочных сплавах и разработка эффективных способов очистки сплавов. 3. Технология легирования РЗМ литейных жаропрочных сплавов. 4. Разработка технологии производства литейных жаропрочных сплавов.				
Литье турбинных лопаток из никелевых сплавов с равноосной поликристаллической структурой	4	0	4	8
1. Современные конструкции охлаждаемых лопаток. 2. Разработка литейного чертежа лопатки и расчет литейной усадки при проектировании пресс-форм. 3. Конструкция модельного блока и методика расчета литниковой системы. 4. Расчет элементов литниково питающих систем. 5. Технология плавки металла и заливки литейных форм при литье лопаток. 6. Исследования технологии плавки жаропрочных сплавов при переплаве шихтовых заготовок. 7. Технологические свойства жаропрочных сплавов, применяемых для литья ГТД с равноосной структурой. 8. Контроль металлургического качества литых заготовок лопаток.				
Процесс поверхностного модифицирования жаропрочных сплавов	2	0	2	4
1. Теоретические основы процесса измельчения литой структуры с помощью поверхностного модифицирования. 2. Технология поверхностного модифицирования при литье лопаток. 3. Структура и свойства жаропрочных сплавов при литье с поверхностным модифицированием.				
Автоматизированное проектирование технологических процессов литья лопаток	2	0	2	4
1. Применение САМ ЛП для проектирования литейной технологии. 2. Пакеты прикладных программ расчетов ЛПС для литья лопаток. 3. Интегрированные системы автоматизированного проектирования литейной технологии.				
Теоретические и экспериментальные основы направленной кристаллизации жаропрочных никелевых сплавов	8	0	8	16
1. Методы направленной кристаллизации при получении лопаток ГТД и ГТУ.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>2. Формирование столбчатой структуры в отливках из жаропрочных никелевых сплавов.</p> <p>3. Связь структуры жаропрочных никелевых сплавов с условиями направленной кристаллизации.</p> <p>4. Особенности получения турбинных лопаток с монокристаллической структурой.</p> <p>5. Эксплуатационные свойства лопаток.</p> <p>6. Крупногабаритные лопатки ГТУ с направленной и монокристаллической структурой.</p> <p>7. Опытные и серийные установки для направленной кристаллизации отливок из жаропрочных и коррозионностойких сплавов.</p> <p>8. Отливка лопаток с монокристаллической структурой и проникающим охлаждением.</p>				
Высокоградиентная направленная кристаллизация	2	0	2	4
<p>1. Экспериментальные исследования по разработке процесса высокоградиентной направленной кристаллизации лопаток ГТД.</p> <p>2. Общие закономерности формирования направленной структуры при высокоградиентной направленной кристаллизации жаропрочных сплавов.</p> <p>3. Влияние высокоградиентной направленной кристаллизации на структуру, структурную стабильность и микропористость никелевых жаропрочных сплавов.</p> <p>4. Влияние высокоградиентной направленной кристаллизации на структуру, структурную стабильность, дефекты роста и свойства эвтектических жаропрочных сплавов.</p> <p>5. Технология получения лопаток ГТД методом высокоградиентной направленной кристаллизации.</p>				
Керамические формы и стержни для литья охлаждаемых лопаток с равноосной, направленной столбчатой и монокристаллической структурами	2	0	2	4
<p>1. Общие и специальные требования к керамическим материалам стержня, оболочковой формы и тигля.</p> <p>2. Технология изготовления, свойства и применение керамических стержней.</p> <p>3. Технология изготовления и свойства оболочковых форм.</p> <p>4. Взаимодействие оболочковых форм и керамических стержней с расплавленным металлом при равноосной и направленной кристаллизации.</p> <p>5. Обеспечение точности толщин стенок охлаждаемых лопаток.</p> <p>6. Получение и основные эксплуатационные свойства керамических тиглей.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7. Технология и оборудование для удаления стержней и оболочковых форм.				
Контроль качества литых охлаждаемых лопаток	4	0	4	8
1. Рентгенографический метод. 2. Капиллярный метод. 3. Ультразвуковой метод. 4. Метод рентгеновской вычислительной томографии. 5. Тепловизионный метод. 6. Электропотенциальный метод. 7. Реолого-резистивный метод. 8. Контроль керамических стержней и оболочковых форм. 9. Контроль технологических параметров процесса изготовления керамических стержней и оболочковых форм. 10. Контроль тиглей.				
ИТОГО по 2-му семестру	36	0	34	72
ИТОГО по дисциплине	36	0	34	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Структура и фазовый состав жаропрочных никелевых сплавов.
2	Структурная стабильность и жаропрочность.
3	Термическая обработка.
4	Разработка технологии производства литейных жаропрочных сплавов.
5	Разработка литейного чертежа лопатки и расчет литейной усадки при проектировании пресс-форм.
6	Расчет элементов литниково питающих систем.
7	Конструирование модельного блока
8	Применение САМ ЛП для проектирования литейной технологии.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Разработка технологического процесса получения лопатки ГТД из жаропрочного никелевого сплава с равноосной поликристаллической структурой
2	Разработка технологического процесса получения лопатки ГТД из жаропрочного никелевого сплава с направленной столбчатой структурой

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
3	Разработка технологического процесса получения лопатки ГТД из жаропрочного никелевого сплава с монокристаллической структурой

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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, лабораторным работам и 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	Литые лопатки газотурбинных двигателей: сплавы, технологии, покрытия. 2-е изд. Москва : Наука, 2006. 631 с. 51,34 усл. печ. л.	3

2	Литье по выплавляемым моделям отливок авиационно-космического назначения : учебное пособие / Максютин Л. Г., Шилов А. В., Звездин В. Л., Коряковцев А. С. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2005. 139 с.	9
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Воронин Ю. Ф. Повышение качества литья. Системный подход. Москва : Машиностроение-1, 2007. 262 с.	2
2	Литейные жаропрочные сплавы. Эффект С. Т. Кишкина : научно-технический сборник. Москва : Наука, 2006. 272 с. 17,06 усл. печ. л.	2
3	Рахманкулов М. М., Паращенко В. М. Технология литья жаропрочных сплавов. Москва : Интернет Инжиниринг, 2000. 463 с.	1
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		
	Не используется	
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	Гини Э. Ч. Специальные технологии литья : учебник для вузов / Э. Ч. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks147843	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

Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Autodesk Inventor Professional 2019 Education Multi-seat Stand-alone Single-user (s/n 564-05679252)
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	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	персональный компьютер	1
Лекция	доска маркерная	1
Лекция	проектор	1
Практическое занятие	доска маркерная	1
Практическое занятие	персональный компьютер	20
Практическое занятие	проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное автономное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Передовые технологии литейного производства»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.01 Машиностроение
Направленность (профиль) образовательной программы:	Передовые производственные технологии газотурбинных двигателей
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Инновационные технологии машиностроения
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 3Е
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Виды промежуточного контроля:

Дифференцированный зачет - 2 семестр, курсовой проект -2 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.В.08 «**Передовые технологии литейного производства**» участвует в формировании трех компетенций: ПК-2.2, ПК-3.2 и ПК-3.5. В рамках учебного плана образовательной программы на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются дисциплинарные части компетенций (табл. 1.1)

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и разбито на 8 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам, дифференцированного зачета и курсового проекта. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	Л	РК	Дифференцированный зачет
Усвоенные знания				
3.1 Знает последовательность действий при оценке технологичности конструкции литых заготовок и оснастки для производства лопаток ГТД литьем из жаропрочных никелевых сплавов	ОПЗ		РКР	ТВ
3.2 Знает параметры технологических процессов получения отливок литьем из жаропрочных никелевых сплавов и их особенности; способы заливки форм, их преимущества и недостатки; способы сборки форм, их преимущества и недостатки	ОПЗ		РКР	
3.3 Знает технические возможности технологического оборудования организации. и методы технологического проектирования литых заготовок и оснастки для производства лопаток ГТД литьем из жаропрочных никелевых сплавов	ОПЗ		РКР	
Освоенные умения				
У.1 Умеет использовать САДсистемы для выявления нетехнологичных элементов конструкции литых заготовок и	ОПЗ		РКР	ПЗ

оснастки при производстве лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов				
У.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 из жаропрочных никелевых сплавов для ГТД	ОПЗ		РКР	
У.3 Умеет систематизировать и анализировать информацию по результатам работы литейного цеха производства лопаток ГТД из никелевых жаропрочных сплавов	ОПЗ		РКР	
Приобретенные владения				
В.1 Владеет навыками качественной и количественной оценки технологичности конструкции литых заготовок и оснастки для производства лопаток ГТД литьем из жаропрочных никелевых сплавов			КП	КЗ
В.2 Владеет навыками систематизация, анализа и выявления причин возникновения дефектов отливок пробной партии в			КП	

литейном цехе, оценки проблем при запуске производства лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов				
В.3 Владеет навыками проектирования технологических процессов передовых достижений науки и техники в области литья лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов			КП	

О - опрос по тематике лекционного занятия;

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

РКР – рубежная контрольная работа;

КП – курсовой проект

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета и курсового проекта, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и рубежных контрольных

работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 7 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД, запланировано 8 рубежных контрольных работ (тестирование) (Т/КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Типовые вопросы первой КР:

1. Прочность и пластичность сплавов.
2. Характеристики жаропрочности сплавов.
3. Усталость и термоусталость сплавов.

Типовые вопросы второй КР:

1. Особенности легирования никелевых жаропрочных сплавов.
2. Структура и фазовый состав жаропрочных

Типовые вопросы третьей КР:

1. Технологические процессы выплавки литейных жаропрочных сплавов.
2. Примеси в литейных жаропрочных сплавах и разработка эффективных способов очистки сплавов..

Типовые вопросы четвертой КР:

1. Расчет элементов литниково-питающих систем.
2. Технология плавки металла и заливки литейных форм при литье лопаток.

Типовые вопросы пятой КР:

1. Теоретические основы процесса измельчения литой структуры с помощью поверхностного модифицирования.
2. Технология поверхностного модифицирования при литье лопаток.

Типовые вопросы шестой КР:

1. Пакеты прикладных программ расчетов ЛПС для литья лопаток.
2. Интегрированные системы автоматизированного проектирования литейной технологии.

Типовые вопросы седьмой КР:

1. Связь структуры жаропрочных никелевых сплавов с условиями направленной кристаллизации.
2. Особенности получения турбинных лопаток с монокристаллической структурой

Типовые вопросы восьмой КР:

1. Общие закономерности формирования направленной структуры при

высокоградиентной направленной кристаллизации жаропрочных сплавов.

2. Влияние высокоградиентной направленной кристаллизации на структуру, структурную стабильность и микропористость никелевых жаропрочных сплавов.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета, и курсового проекта по дисциплине. Дифференцированный зачет выставляется по результатам текущего и рубежного контроля с использованием типовой шкалы и критериев оценивания, приведенной в общей части ФОС магистерской программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Метод рентгеновской вычислительной томографии
2. Влияние высокоградиентной направленной кристаллизации на структуру, структурную стабильность, дефекты роста и свойства
3. Технология плавки металла и заливки литейных форм при литье лопаток.
4. Особенности легирования никелевых жаропрочных сплавов.
5. Характеристики жаропрочности сплавов

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта билетов хранится на выпускающей кафедре.*

2.3.3. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время дифференцированного зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцированного зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС магистерской программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном Зачете и курсовом проекте считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС магистерской программы.

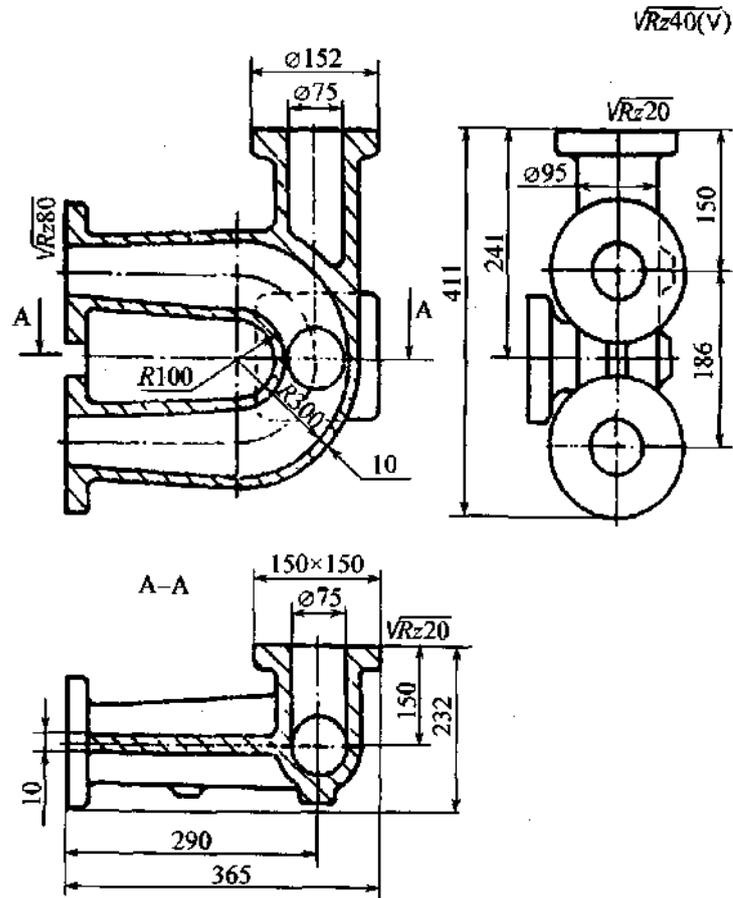
3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС магистерской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета и курсового проекта используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС магистерской программы.

Типовые комплексные задания для проверки умений и владений
Задание № 1



1. Согласно чертежа назначить вид литья.
2. Описать физические процессы проходящие при данном виде литья.
3. Выбрать пакеты программ наиболее подходящих для расчета значений параметров технологического процесса.