Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.09.2025 11:10:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«27» февраля _____ 2025 г.

РАБОЧАЯПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»
Образовательная программа (профиль подготовки)
«Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

к.т.н., доцент_____ /В.В. Солохненко/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Машины
и технологии литейного производства»,
к.т.н., доцент _____ /В.В. Солохненко/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 6
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 7
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 7
   - 4.2. Основная литература ... 7
   - 4.3. Дополнительная литература ... 7
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 8
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 8
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 9
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 10
7. Фонд оценочных средств ... 12
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки» является изучение технологической оснастки, применяемой при изготовлении отливок в заготовительном производстве, особенностей её изготовления и применения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение видов и конструкционных особенностей технологической оснастки;
- изучение основ проектирования объектов технологической оснастки;
- изучение основ подготовки производства объектов технологической оснастки.

Обучение по дисциплине «Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-3. - Способен к разработке новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе	ИПК 3.1. Знает: - Виды литья, их преимущества и недостатки - Преимущества и недостатки различных способов изготовления форм и стержней - Способы сборки форм, их преимущества и недостатки ИПК 3.2. Умеет: - Выявлять особенности технологических процессов изготовления отливок, осуществляемых в литейном цехе - Выбирать варианты формирования внешних и внутренних поверхностей сложной отливки - Разрабатывать чертежи элементов литейной формы и отливки с использованием CAD-систем - Разрабатывать технологическую документацию ИПК 3.3. Владеет - Анализом способов изготовления стержней для сложной отливки, выбор оптимального варианта - Разработкой технологии сборки форм для сложной отливки с учетом особенностей действующего и нового оборудования - Разработкой технологической документации на процесс изготовления сложной отливки

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина базируется на следующих, пройденных дисциплинах:

- «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»;
- «Теория формирования отливки».

Дисциплина « Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки» логически связана с дисциплинами: «Компьютерное моделирование технологии литья в песчано-глинистые формы», «Компьютерное моделирование специальных способов литья».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа).
Изучается на 3 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации - зачёт.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**36**	36
	В том числе:		
2.1	Самостоятельное изучение	36	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачёт
	Итого	**72**	72

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение**		**2**	**2**			**2**
2	**Раздел 2. Технологическая оснастка для литья в разовые формы по постоянным моделям**		**4**	**4**			**4**
3	**Раздел 3. Технологическая оснастка для литья в разовые формы, полученные методом 3D печати**		**4**	**4**			**4**

4	**Раздел 4. Технологическая оснастка для литья в разовые формы по разовым моделям**		**4**	**4**			**4**
5	**Раздел 5. Технологическая оснастка для литья в постоянные формы**		**4**	**4**			**4**
	Итого		**18**	**18**			**36**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение

Введение в дисциплину. Цели и задачи дисциплины. Компетенции, формируемые при освоении дисциплины. Структура и содержание дисциплины. Модельно-опочная оснастка и модельный комплект. О технологиях литейного производства. Требования к технологической оснастке. Стоимость технологической оснастки

Раздел 2. Технологическая оснастка для литья в разовые формы по постоянным моделям

Состав комплекта технологической оснастки. Материалы для изготовления технологической оснастки. Технологии, применяемые для изготовления технологической оснастки. Модельные и координатные плиты. Модели. Стержневые ящики. Опоки и жакеты. Дополнительные элементы технологической оснастки.

Раздел 3. Технологическая оснастка для литья в разовые формы, полученные методом 3D печати

Технология 3D печати элементов литейных форм и стержней. Преимущества и недостатки технология 3D печати. Виды и конструкции литейных форм, получаемых методом 3D печати. Дополнительные элементы технологической оснастки.

Раздел 4. Технологическая оснастка для литья в разовые формы по разовым моделям

Технологии литья по выплавляемым, выжигаемым и газифицируемым моделям. Формы и пресс-формы для газифицируемых и выплавляемых моделей. 3D печать выжигаемых моделей. Материалы для газифицируемых и выплавляемых моделей. Опоки и контейнеры для литья по выплавляемым, выжигаемым и газифицируемым моделям. Дополнительные элементы технологической оснастки.

Раздел 5. Технологическая оснастка для литья в постоянные формы

Технологии литья в кокиль и под давлением. Конструкция и материалы кокилей. Конструкция и материалы форм для литья под давлением. Дополнительные элементы технологической оснастки.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Определение элементов технологической оснастки, выбор метода их получения для заданной отливки и технологии литья.

Практическое занятие 2. Разработка 3D моделей элементов технологической оснастки для заданной отливки и технологии литья.

Практическое занятие 3. Расчёт стоимости производства элементов технологической оснастки для заданной отливки и технологии литья.

Практическое занятие 4. Расчёт стоимости получения отливки по заданной технологии литья в интервале серийности 5-1000 шт.

3.4.2. Лабораторные занятия
Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)
Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
4.1 Нормативные документы и ГОСТы
4.2 Основная литература

1. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 220 с. — ISBN 978-5-507-45503-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/271247

2. Скворцов, В. А. Проектирование оснастки для разовых форм: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» / В. А. Скворцов, Ю. А. Николайчик. – Минск : БНТУ, 2015. – 119 с. ISBN 978-985-550-726-1.

3. Технология художественного литья : учебник для вузов / Л. Т. Жукова, В. Б. Лившиц, В. П. Соколов, И. В. Ульянов ; под редакцией В. Б. Лившица, В. П. Соколова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 133 с. — (Высшее образование).

4. Беккер М. Б. Литье под давлением. 3 е изд. М., 1990;

5. Технология литейного производства: Специальные виды литья: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э.Ч. Гини, А. М. Зарубин, В. А. Рыбкин; Под ред. В. А. Рыбкина. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 352 с.

6. Технология литейного производства: Литьё в песчаные формы: Учебник для студ. Высш. Учеб. заведений./ А.П. Трухов, Ю.А. Сорокин, М.Ю. Ершов и др.; Под ред. А.П. Трухова. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 528 с.;

7. Ложичевский А.С. Литейные металлические модели. Изд. 3-е, переработ. и доп. М.,«Машиностроение», 1973, с. 349;

8. Кондаков А.И. САПР технологических процессов, Учебник для студентов вузов. Изд.3-е, стер. - М.: Машиностроение, 2010. - 550 с.;

4.3 Дополнительная литература

1. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие / О. С. Зверева, Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков, О. Н. Стародубцева. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2021. — 212 с. — ISBN 978-5-8158-2258-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/237245

2. Луговой, В.П. Технология ювелирного производства : учеб. пособие / В.П. Луговой. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. — 526 с. [2] л. ил. : ил. — (Высшее образование). ISBN 978-985-475-489-5

3. Трухов А.П., Сорокин Ю.А. Проектирование технологического процесса изготовления отливок в песчаные формы. М.У. к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология литейного производства»., МГТУ «МАМИ» ус.п.л.0,6; 2009г.;

4. Сорокин Ю.А., Минаев А.А., Дубовский И.С., Корнеев С.Ю. Современные технологические процессы изготовления песчаных форм в отечественной и мировой литейной практике. Учебное пособие, МГТУ «МАМИ», ус. п. л. 9.1,- 2011г.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Рекомендуется использовать ЭОР под названием: «САПР технологической оснастки». Разработчик: Солохненко В.В.

Название ЭОР	
САПР технологической оснастки	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3231
Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=14722

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	T-FLEX CAD 15 Учебная версия	ЗАО «Топ Системы»	Свободно распространяемое	нет
2	КОМПАС-3D V21 Учебная версия	Аскон	Свободно распространяемое	нет

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1	ЗАО «Топ Системы». Руководство пользователя T-FLEX CAD	http://www.tflexcad.ru/download/documentation/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2	Планета CAM. Информационно – аналитический электронный журнал	http://planetacam.ru/college/learn/1-1/	Доступна в сети Интернет без ограничений
3	Официальный сайт Rhinoceros	http://www.rhino3d.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Электронно-библиотечные системы			
1	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс (АВ 1511) оснащён достаточным количеством рабочих мест и интерактивной доской, что позволяет проводить лекционные занятия и практические занятия с группой студентов. Компьютерный класс обеспечен выходом в сеть Интернет для проведения занятий в дистанционном формате.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, практические занятия, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к практическим работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе

разработанных кафедрой «Машины и технология литейного производства» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными

распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов проектирования и изготовление технологической оснастки.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости
- подготовка к промежуточной аттестации – зачету.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 1 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 1

Раздел 7 РПД - ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки»

Направление подготовки

15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства»

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, задание для практических работ, зачёт.

Обучение по дисциплине «Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-3. - Способен к разработке новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе	ИПК 3.1. Знает: - Виды литья, их преимущества и недостатки - Преимущества и недостатки различных способов изготовления форм и стержней - Способы сборки форм, их преимущества и недостатки ИПК 3.2. Умеет: - Выявлять особенности технологических процессов изготовления отливок, осуществляемых в литейном цехе - Выбирать варианты формирования внешних и внутренних поверхностей сложной отливки - Разрабатывать чертежи элементов литейной формы и отливки с использованием CAD-систем - Разрабатывать технологическую документацию ИПК 3.3. Владеет - Анализом способов изготовления стержней для сложной отливки, выбор оптимального варианта - Разработкой технологии сборки форм для сложной отливки с учетом особенностей действующего и нового оборудования

	- Разработкой технологической документации на процесс изготовления сложной отливки

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
2	ЗПР	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью инструментальных средств.	Задания для практических работ

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом практических работ, предусмотренных рабочей программой. Положительная оценка на промежуточной аттестации по итогам семестра может быть выставлена только при условии выполнения всех практических работ, предусмотренных рабочей программой в отчётном семестре.

На промежуточной аттестации может быть поставлена положительная оценка по итогам работы за семестр. Так как текущий контроль успеваемости проводится с использованием бально-рейтинговой системы. Если обучающийся в ходе семестра набрал сумму баллов, соответствующую зачёту, это оценка может быть выставлена без дополнительных испытаний. Если по итогам работы за семестр обучающийся не набирает суммы баллов на указанную выше отметку, он проходит дополнительное испытание.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины и учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных предусмотренные рабочей программой и учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль выполняется с применением практических работ. Выполнение работ в установленные преподавателем строки подтверждает освоение знаний умений и навыков по отдельным разделам дисциплины.

Допустимо использование для текущего контроля банка тестовых вопросов. Решение о возможности использования тестов принимает ведущий преподаватель. Результаты текущего контроля с использованием тестов успешно зачитываются, если набрано не менее 75 баллов из 100 возможных.

7.3.1.1 Практические работы

Вариант 1

Практическое занятие 1. Создание 3Д модели детали.

- Создать 3D модель детали;
- Выполнить чертёж детали;
- Оформить чертеж согласно ЕСКД.

Практическое занятие 2. Переработка 3Д модели детали в 3Д модель отливки.

- Создать 3D модель отливки путём доработки 3D модели детали;
- Выполнить чертёж отливки;
- Создание чертежа, на котором совмещены изображения детали и отливки.

Практическое занятие 3. Создание 3Д моделей элементов модельно-опочного комплекта.

Создать 3D модели с литниково-питающей системой

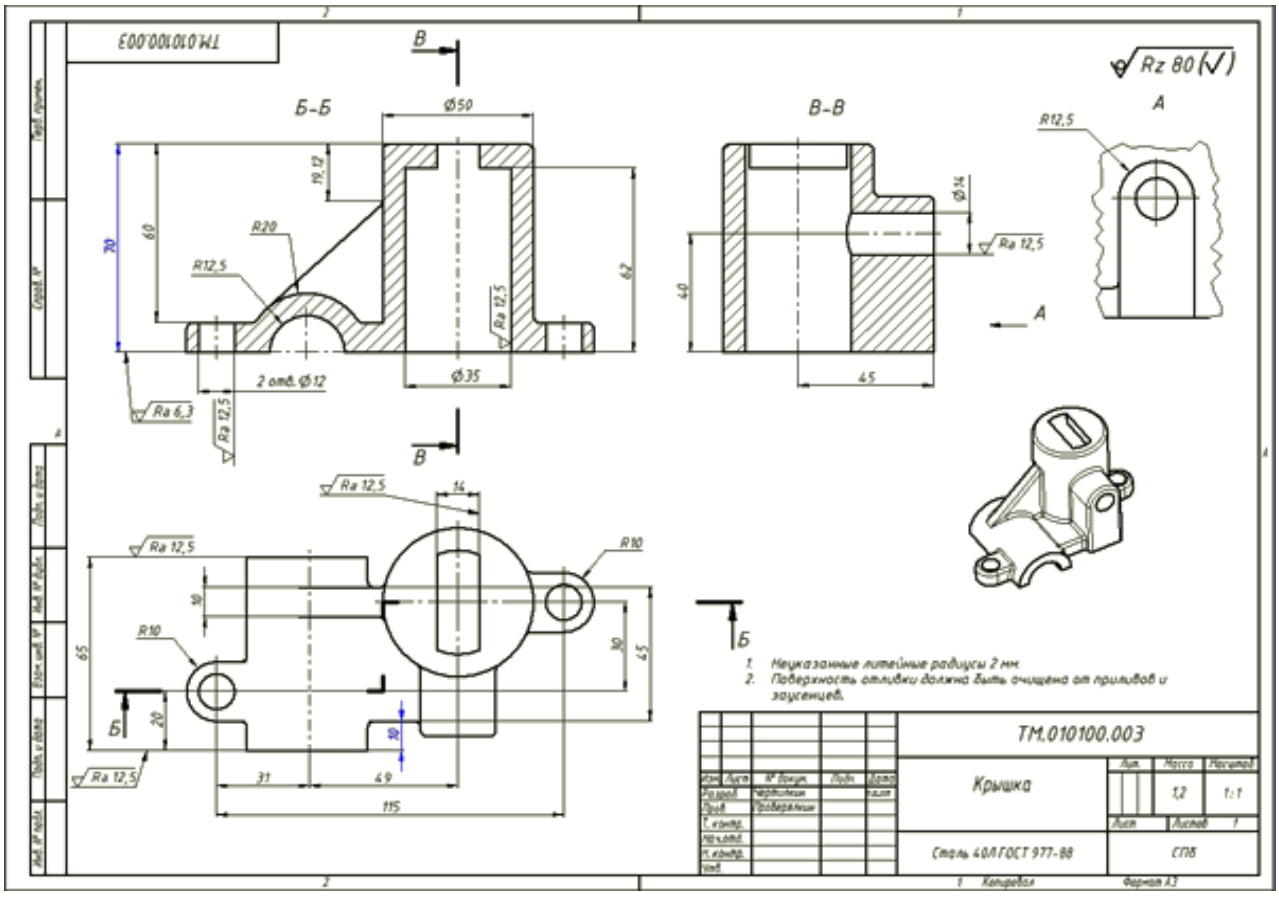
Практическое занятие 4. Разработка управляющей программы в системе Rhino CAM для элементов модельно-опочного комплекта.

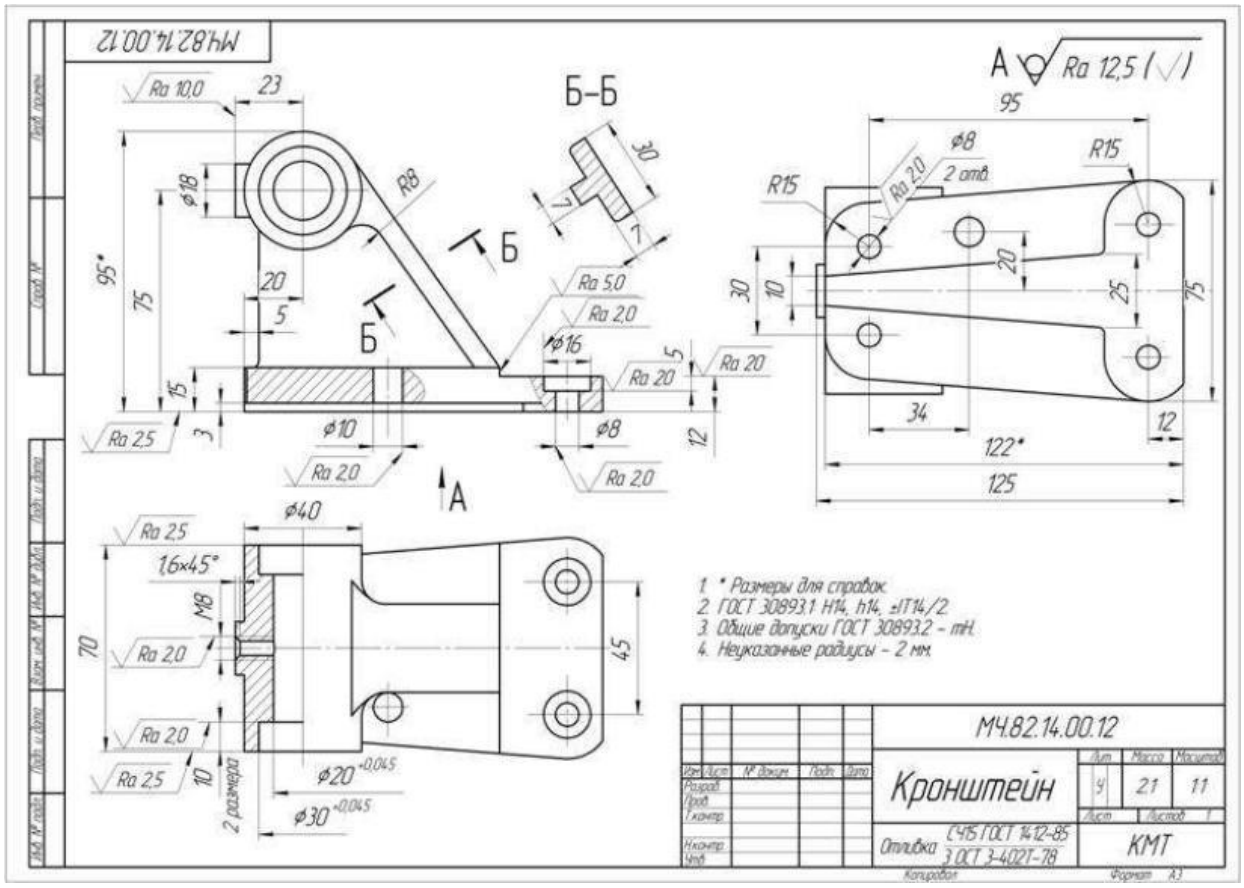
Разработать управляющие программы для фрезеровки одного элемента модельно-опочной оснастки

Практическое занятие 5. Разработка управляющей программы 3Д принтера для получения элементов модельно-опочного комплекта.

Разработать управляющие программы для 3Д печати элементов модельно-опочной оснастки.

Пример деталей для выполнения практических работ показан ниже.


ТМ.010100.003
Rz 80
Б-Б
В-В
Ø50
Ø35
R20
R12,5
2 отв. Ø12
Ra 6,3
Ra 12,5
Ra 1,25
R10
1. Неуказанные литейные радиусы 2 мм.
2. Поверхность отливки должна быть очищена от приливов и заусенцев.
ТМ.010100.003
Крышка
Сталь 40Л ГОСТ 977-88
СПб


МЧ.82.14.00.12
Ra 12,5
Б-Б
Ra 10,0
Ra 2,5
Ra 5,0
Ra 2,0
Ra 20
R8
R15
Ø18
Ø16
Ø10
Ø8
Ø40
Ø20
Ø30
2 отв.
1,6×45°
M8
2 размера
1. * Размеры для справок.
2. ГОСТ 30893.1 H14, h14, ±IT14/2.
3. Общие допуски ГОСТ 30893.2 – mH.
4. Неуказанные радиусы – 2 мм.
МЧ.82.14.00.12
Кронштейн
Отливка СЧ15 ГОСТ 1412-85
ЗОСТ 3-4021-78
КМТ

Вариант 2
Порядок выполнения работы

1. Определение отливки и технологий получения отливки;

2. Определение элементов технологической оснастки и выбор технологии их получения;

3. Разработка 3D моделей элементов оснастки;

4. Расчёт стоимости производства элементов технологической оснастки;

5. Расчёт стоимости получения отливки для заданных технологий и серийности

Определение отливки и технологий получения отливки.

Студенту определяют отливку и две технологии получения отливки. Для каждого студента выбор проводит преподаватель с использованием генератора случайных чисел.

Чертежи деталей имеют порядковые номера, технологии и серийность производства представлены ниже в таблицах 1.

Таблица 1. – Технологии получения отливок.

Порядковый номер	***Технология***
1	Литье по выплавляемым моделям
2	Литье в разъемные песчаные формы по постоянным моделям
3	Литье по выжигаемым моделям
4	Литье в разъемные песчаные формы, полученные методом 3D печати
5	Литье по газифицируемым моделям
6	Литье в кокиль
7	Литье под давлением

Определение элементов технологической оснастки и выбор технологии их получения

Исходя из условий, заданных ранее, студент определяет количество элементов технологической оснастки, необходимых для изготовления отливки и предполагаемые технологии их получения. Ответ необходимо представить в виде таблицы 2 показанной ниже. Таблицу сформировать в расчётном файле Excel.

Таблица 2. - Элементы технологической оснастки и технологии их получения

ОТЛИВКА					
		Изображение			
Материал					
Масса					
Технология 1			***Технология 2***		
	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА				
№	***Элемент оснастки***	***Технология получения / материал***	***№***	***Элемент оснастки***	***Технология получения / материал***

Разработка 3D моделей элементов оснастки

На основании чертежа детали студент строит 3D модель отливки и 3D модели элементов технологической оснастки. По построенным 3D моделям определяют размеры, объём и массу элементов оснастки с учётом выбранного материала. Ответ необходимо представить в виде таблицы 3 показанной ниже. Таблицу сформировать в расчётном файле Excel.

Таблица 3. – Характеристики элементов технологической оснастки

Технология 1						***Технология 2***					
№	***Элемент оснастки***	***Размеры (ДхШхВ)***	***Объём, мм³***	***Материал***	***Масса, кг***	***№***	***Элемент оснастки***	***Размеры (ДхШхВ)***	***Объём, мм³***	***Материал***	***Масса, кг***

Расчёт стоимости производства элементов технологической оснастки

На основании данных о материалах, размерах и технологии производства технологической оснастки выполнить расчёт стоимости производства всех элементов технологической оснастки для выданной отливки. Для расчётов использовать методику, показанную ниже:

$$S_{\text{изг.осн.}} = \left(S_{\text{проек.осн.}} + S_{\text{произ.осн.}}\right)$$

$$S_{\text{проек.осн.}} = S_{\text{3d мод.}} \times k_{\text{эл.осн.}}$$

$$S_{\text{произ.осн.}} = \left(S_{\text{под.обор.}} + S_{\text{упр.пр.}}\right) \times k_{\text{эл.осн.}} + t_{\text{фрез.}} \times S_{\text{фрез.}}$$

$S_{\text{3d мод.}}$ - стоимости разработки 3d моделей, руб.

$k_{\text{эл. осн.}}$ – количество 3d моделей, шт.

$S_{\text{под. обор.}}$ - стоимость подбора оборудования, руб.

$S_{\text{упр. пр.}}$ - и стоимость написания управляющей программы, руб. (для всех элементов оснастки ($k_{\text{эл. осн.}}$))

$t_{\text{фрез.}}$ - суммарное время изготовления всех элементов оснастки

$S_{\text{фрез.}}$ - стоимость норма – часа работы, руб.

Информацию о стоимости выполнения отдельных работ искать в сети Интернет на рынке московского региона. Ссылки на стоимость работ размещать в расчётном файле Excel.

Расчёты по указанной методике выполнить в файле Excel на листе с названием – «Расчёт оснастки».

Расчёт стоимости производства элементов технологической оснастки

На основании ранее проведённых расчётов и полученных данных выполнить расчёт стоимости получения отливки для серийности 5-1000 штук, с шагом 5 штук. Для расчётов использовать методику, показанную ниже:

$$S_{\text{изг.отл.}} = \frac{k_{\square} \times \left(S_{\text{проек.осн.}} + S_{\text{произ.осн.}}\right)}{n} + S_{\text{пол.отл.}}$$

n - серийность производства, шт.

$$S_{\text{пол.отл.}} = S_{\text{лит.}} \times M_{\text{отл.}}$$

$S_{\text{лит.}}$ - стоимости литья за килограмм, руб.

$M_{\text{отл.}}$ – масса отливки, кг

Информацию о стоимости литья за килограмм искать в сети Интернет на рынке московского региона. Ссылку разместить в расчётном файле Excel.

Расчёты по указанной методике выполнить в файле Excel на листе с названием – «Расчёт отливок».

По результатам расчётов построить график зависимости стоимости изготовления отливки от серийности производства в интервале 5-1000 отливок с шагом 5 шт. На графике линиями показать интервалы серийности производства:

- единичное производство (5 - 50 отливок);
- мелкосерийное производство (50 - 500 отливок);
- серийное производство (500 – 1000 отливок).

По результатам проведённых расчётов сделать вывод о применимости сравниваемых технологий при разной серийности производства.

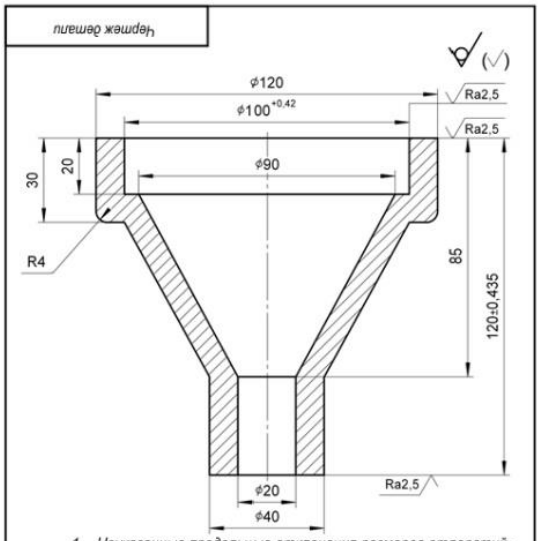
Текущий контроль успеваемости проводят по бально-рейтинговой системе. В таблицах ниже представлены системы контроля.

Практические занятия								
Время	Апрель				Май			
	8	15	22	29	6	13	20	27
17:50-19:20	**ПЗ**	**ПЗ**	**ПЗ**	**ПЗ**	**ПЗ**	**ПЗ**	**ПЗ**	**ПЗ**
Задачи	Определение элементов технологической оснастки и выбор технологии их получения		Разработка 3D моделей элементов оснастки			Расчёт стоимости производства элементов технологической оснастки		Расчёт стоимости производства элементов технологической оснастки

		Месяц 1				***Месяц 2***				ИТОГО по критериям	Максимальное значение суммы баллов
		1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***		
Посещение	0 или 1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100
Работа на занятии	От 0 до 5	5	5	5	5	5	5	5	5	40	
Выполнение задач	В срок, без ошибок		13			13		13	13	52	
	Не в срок, без ошибок		7			7		7	7	28	
	Не в срок, с ошибками		3			3		3	3	12	

№	Ф.И.О.	Вариант		Апрель								Май											ИТОГО
				8		15			22		29		6			13		20			27			
				Пос.	Рез. раб.	Пос.	Рез. раб.	ПЗ1	Пос.	Рез. раб.	Пос.	Рез. раб.	Пос.	Рез. раб.	ПЗ2	Пос.	Рез. раб.	Пос.	Рез. раб.	ПЗ3	Пос.	Рез. раб.	ПЗ4	
1	Студент...	4	Литье по выжигаемым моделям- Литье по газифицируемым моделям																				
2	Студент...	8	Литье в разъемные песчаные формы по постоянным моделям-Литье по выжигаемым моделям	1	5	1	5	13	0	0	0	0	1	5	13	1	5	1	5	13	1	5	13	88
3	Студент...	2	Литье по газифицируемым моделям - Литье по выплавляемым моделям																				
4	Студент...	23	Литье по выплавляемым моделям-Литье по газифицируемым моделям																				
5		6	Литье в разъемные песчаные формы по постоянным моделям - Литье по газифицируемым моделям																				
6		17	Литье по выжигаемым моделям-Литье в разъемные песчаные формы по постоянным моделям																				
7		11	Литье в разъемные песчаные формы, полученные методом 3D печати-Литье по газифицируемым моделям																				
8		16	Литье по выжигаемым моделям-Литье по газифицируемым моделям																				
9		1	Литье по выплавляемым моделям-Литье по газифицируемым моделям																				
10																							
11																							
12																							

Пример деталей для выполнения практических работ показан ниже.



1. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий-H14, валов-h14, остальные- ±JT14/2.
2. Заготовку детали изготовить методом литья в песчаные формы.
3. Точность отливки 8 - 4

Количество деталей-10000 шт.
60 шт.

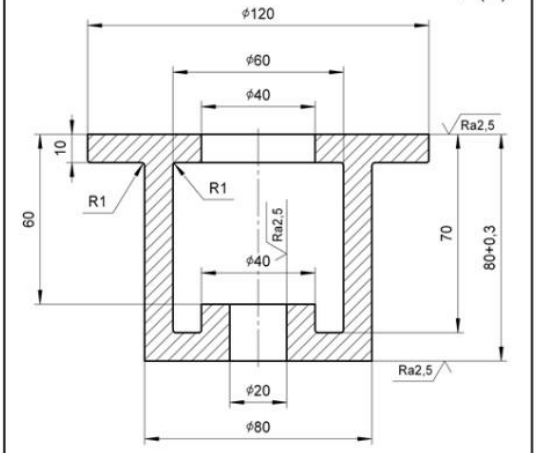
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Чертеж детали 1001	
Разраб.					Насадка	Лит. / Масса / Масштаб
Провер.						Лист / Листов
Т. Контр.					СЧ20 ГОСТ1412-85	МАДИ
Реценз.						
Н. Контр.						
Утверд.						



1. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий-H14, валов-h14, остальные- ±JT14/2.
2. Заготовку детали изготовить методом литья в песчаные формы.
3. Точность отливки 8-4

Количество деталей-10000 шт.
60 шт.

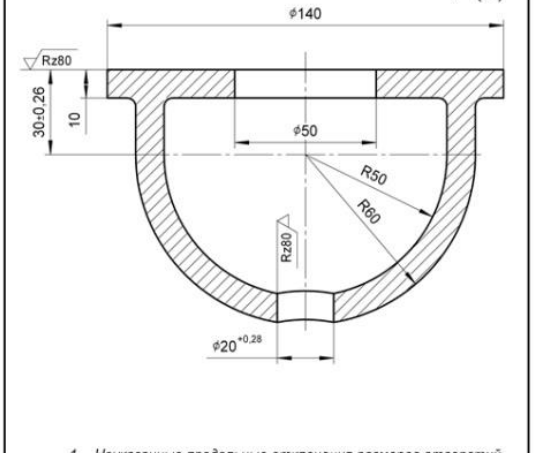
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Чертеж детали 2001	
Разраб.					Патрубок	Лит. / Масса / Масштаб
Провер.						Лист / Листов
Т. Контр.					СЧ20 ГОСТ1412-85	МАДИ
Реценз.						
Н. Контр.						
Утверд.						



1. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий-H14, валов-h14, остальные- ±JT14/2.
2. Заготовку для детали изготовить методом литья в песчаные формы.
3. Точность отливки – 10-6

Количество деталей-10000 шт.
60 шт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Чертеж детали 5003	
Разраб.					Корпус	Лит. / Масса / Масштаб
Провер.						Лист / Листов
Т. Контр.					СЧ20 ГОСТ1412-85	МАДИ
Реценз.						
Н. Контр.						
Утверд.						



1. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий-H14, валов-h14, остальные- ±JT14/2.
2. Заготовку детали изготовить методом литья в песчаные формы.
3. Точность отливки 10 – 5

Количество деталей-10000 шт.
60 шт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Чертеж детали 6003	
Разраб.					Крышка	Лит. / Масса / Масштаб
Провер.						Лист / Листов
Т. Контр.					СЧ20 ГОСТ1412-85	МАДИ
Реценз.						
Н. Контр.						
Утверд.						

7.3.1.2 Тесты

Признаками, по которым определяют поверхности, подвергаемые механической обработки, являются?			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	Предельные отклонения размера детали, допуск формы и расположения поверхностей детали и требование по шероховатости поверхности.		*100*
B.	Предельные отклонения размера детали, допуск формы и расположения поверхностей детали		*0*
C.	Предельные отклонения размера детали		*0*
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:		
	Для любого неправильного ответа:		
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

Метод удаления объекта в команде «Удаление граней» выбирают в…			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**

Метод удаления объекта в команде «Удаление граней» выбирают в…			*MC*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	… в меню команды «Удаление элементов»		*0*
B.	… в настройках команды «Преобразование»		*0*
C.	… в меню «Основные параметры».		*100*
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:		
	Для любого неправильного ответа:		
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

Параметра шероховатости поверхности Rz определяется…			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	…как среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля неровностей относительно друг друга		*0*
B.	…как среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля неровностей от средней линии, которая проведена между самым высоким выступом и самой глубокой впадиной профиля неровностей		*0*
C.	…как сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля от средней линии в пределах базового участка поверхности.		*100*
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:		
	Для любого неправильного ответа:		
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

Для нанесения припуска на поверхности вращения 3Д модели используют команду…			*МС*
		Балл по умолчанию:	1
		Случайный порядок ответов	Да
		Нумеровать варианты ответов?	a
		Штраф за каждую неправильную попытку:	33.3
		ID-номер:	
#	**Ответы**	**Отзыв**	**Оценка**
A.	… «Выталкивание»		*0*
B.	… «Перемещение граней»		*0*
C.	… «Изменение граней».		*100*
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:		
	Для любого неправильного ответа:		
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 3 семестре обучения в форме зачёта.

Зачёт проводится по вопросам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием.

Регламент проведения зачёта:

1. Выдают 2 вопроса из разных разделов дисциплины;

2. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (зачёта) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий".

Перечень вопросов к зачёту:

Вопросы для проверки уровня ЗНАТЬ

1. Модельно – опочная оснастка это?
2. Модельно – опочный комплект это?
3. Перечислите объекты универсальной модельно – опочной оснастки.
4. Перечислите объекты специализированной модельно – опочной оснастки.
5. Требования, предъявляемые к модельно – опочной оснастке.
6. Виды модельно – опочной оснастки.
7. Способы изготовления модельно – опочной оснастки.

8. Перечислите материалы, применяемыедля изготовления модельно – опочной оснастки.
9. Чертёж модельно – литейных указаний это?

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня УМЕТЬ

1. Перечислите этапы подготовки производства оснастки на станках с числовым программным управлением.
2. Чем отличается 3Д модель отливки от 3Д модели детали.
3. Приведите состав модельного комплекта для технологии, которую вы знаете лучше всего.
4. Какие компьютерные программы применяют для изготовления модельного комплекта на станках с числовым программным управлением.
5. Какие компьютерные программы применяют для изготовления модельного комплекта на 3Д принтерах.
6. Перечислите требования к конструкции модельно-опочной оснасти.
7. Перечислите обязательные элементы объектов модельно-опочной оснастки.

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня ВЛАДЕТЬ

1. Перечислите этапы подготовки производства оснастки на станках с числовым программным управлением.
2. Какая документация необходимо для производства модельного комплекта.
3. Какие 3Д модели нужны для производства модельного комплекта на станках с числовым программным управлением.
4. Опишите процесс подготовки заготовок для фрезеровки оснастки на станках с числовым программным управлением.
5. Перечислите этапы подготовки производства оснастки на 3Д принтерах.
6. Опишите процесс разработки управляющей программы 3Д принтера для элементов модельно-опочного комплекта.
7. Опишите рекомендации по обслуживание модельно – опочной оснастки.
8. Перечислите рекомендации по ремонту модельно – опочной оснастки.

Приложение 2

Тематический план содержания дисциплины «Цифровые технологии проектирования и изготовления литейной оснастки»
15.04.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки
«Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства»
Форма обучения: очная
Год набора: 2024/2025
(Магистр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя Семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы Студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.1	**Раздел 1. Введение** Введение в дисциплину. Цели и задачи дисциплины. Компетенции, формируемые при освоении дисциплины. Структура и содержание дисциплины. Модельно-опочная оснастка и модельный комплект. О технологиях литейного производства. Требования к технологической оснастке. Стоимость технологической оснастки.	3	1	2	2										
1.2	**Раздел 2. Технологическая оснастка для литья в разовые формы по постоянным моделям** Состав комплекта технологической оснастки. Материалы для изготовления технологической оснастки. Технологии, применяемые для изготовления технологической оснастки.	3	2	2											

	Модельные и координатные плиты. Модели. Стержневые ящики. Опоки и жакеты. Дополнительные элементы технологической оснастки.	3	3	2											
1.3	**Раздел 3. Технологическая оснастка для литья в разовые формы, полученные методом 3D печати** Технология 3D печати элементов литейных форм и стержней. Преимущества и недостатки технология 3D печати.	3	4	2											
	Виды и конструкции литейных форм, получаемых методом 3D печати. Дополнительные элементы технологической оснастки.		5	2											
1.4	**Раздел 4. Технологическая оснастка для литья в разовые формы по разовым моделям** Технологии литья по выплавляемым, выжигаемым и газифицируемым моделям. Формы и пресс-формы для газифицируемых и выплавляемых моделей. 3D печать выжигаемых моделей.	3	6	2											
	Материалы для газифицируемых и выплавляемых моделей. Опоки и контейнеры для литья по выплавляемым, выжигаемым и газифицируемым моделям. Дополнительные элементы технологической оснастки.	3	7	2											
1.5	**Раздел 5. Технологическая оснастка для литья в постоянные формы** Технологии литья в кокиль и под давлением. Конструкция и материалы кокилей.	3	8	2											

	Конструкция и материалы форм для литья под давлением. Дополнительные элементы технологической оснастки.	3	9	2											
1.6	**Практическое занятие 1. Определение элементов технологической оснастки, выбор метода их получения для заданной отливки и технологии литья.**	3	10-11		4										
1.7	**Практическое занятие 2. Разработка 3D моделей элементов технологической оснастки для заданной отливки и технологии литья.**	3	12-14		4										
1.8	**Практическое занятие 3. Расчёт стоимости производства элементов технологической оснастки для заданной отливки и технологии литья.**	3	15-16		4										
1.9	**Практическое занятие 4. Расчёт стоимости получения отливки по заданной технологии литья в интервале серийности 5-1000 шт.**	3	17-18		4										
	Форма аттестации														**З**
	Всего часов по дисциплине			**18**	**18**		**36**								