

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.10.2023 16:59:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3fd2ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



Сафонов Е.В./

“ *сентябрь* 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей»

Направление подготовки
15.04.01 Машиностроение

Профиль подготовки
«Цифровые технологии литейного производства»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Москва 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение», профиль подготовки «Цифровые технологии литейного производства»

Программу составили:

к.т.н., доцент Илюхин В.Д. 

к.т.н., доцент Бурцев Д.С. 

Программа дисциплины «**Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей**» по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение», профиль подготовки «Цифровые технологии литейного производства» утверждена на заседании кафедры «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова.

«29» августа 2022 г., протокол № 19-22

Заведующий кафедрой  /Солохненко В.В./

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» профиль подготовки "Цифровые технологии литейного производства"

 /Пономарев А.А./

«30» августа 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии  /А.Н. Васильев/

« 13 » 09 20 22 г. Протокол: 14-22

Присвоен регистрационный номер:	15.04.01.01/04.2022 / 23
---------------------------------	--------------------------

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» являются: подготовка высококвалифицированных специалистов, способных на современном уровне:

- формировать научные знания и умения по данному направлению; расширять научный кругозор, анализировать и критически понимать достижения современной науки и техники;
- разрабатывать, исследовать, модифицировать и использовать новые цифровые технологии на различных этапах технологического цикла;
- понимать, разрабатывать и управлять процессами изготовления литейных форм и моделей по аддитивной технологии и субтрактивной;
- оценивать поведение материалов, из которых изготовлены модели и формы в условиях эксплуатации;
- правильно выбирать материал и вид цифровой технологии с целью получения качественного изделия.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» относится к (БЛОКУ 1 Дисциплины (модули)) к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры.

Дисциплина «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» связана со следующими дисциплинами ООП:

- Математические методы в литейном производстве
- Автоматизация литейного производства
- Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении
- Компьютерное моделирование литейных технологий

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен к разработке новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе	знать: - основные критерии выбора цифровой технологии под конкретные задачи машиностроения; - номенклатуру современных 3d принтеров, сканеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства. уметь: - обоснованно и правильно выбирать материал

		<p>используемый в цифровой технологии в соответствие требованиям нормативно-технической документации; -производить основные технико-экономические расчёты (качество поверхности изделия, точность, время изготовления, стоимость). владеть: - управлением 3d принтером, сканером, станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера, сканера и станков с ЧПУ.</p>
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **8** зачетных единицы, т.е. **288** академических часов (из них 232 часа – самостоятельная работа студентов). Реализуются на втором курсе, в четвертом семестре.

Разделы дисциплины «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» изучаются на втором курсе в четвертом семестре.

Четвертый семестр: лекции – 28 часов, практические занятия – 28 часов, форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» по срокам и видам работы отражены в приложении.

4.1. Содержание разделов дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Место цифровых технологий в современном машиностроении и литейном производстве. Цели и задачи дисциплины.

Терминология и классификация методов аддитивной технологии:

Классификация аддитивных технологий по международному ASTM. Технологическая классификация. Порошковые (металлические и другие); по наличию или отсутствию лазера; - по методам подвода энергии для фиксации слоя построения (с помощью теплового воздействия, облучения ультрафиолетовым или видимым светом по применяемым строительным или модельным материалам (жидкие, сыпучие, полимерные, посредством связующего состава и т. д.); по методам формирования слоя.

Стереолитография (STL — stereolithography).

Принципиальная схема технологии STL, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и изделий.

Отверждение на твёрдом основании (SGC — Solid Ground Curing).

Принципиальная схема технологии SGC, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и изделий.

Нанесение термопластов (FDM — Fused Deposition Modeling).

Принципиальная схема технологии FDM, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и изделий.

Распыление термопластов (BPM — Ballistic Particle Manufacturing).

Принципиальная схема технологии BPM, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и изделий.

Спекание, сплавление порошков (SLS, SLM, EBM — Selective Laser Sintering, Selective Laser Melting, Electron Beam Melting).

Принципиальные схемы технологий спекания, физическая сущность процессов создания изделий. Основные материалы, применяемые в технологиях и их эксплуатационные свойства. Область применения технологий. Примеры 3d принтеров и изделий.

Моделирование при помощи склейки (LOM — Laminated Object Modeling).

Принципиальная схема технологии LOM, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и изделий.

Технология многосоплового моделирования (MJM Multi Jet Modeling).

Принципиальная схема технологии MJM, физическая сущность процесса создания модели. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и изделий.

САПР технологии изготовления литейных форм и моделей.

Существующие CAD/CAM/CAE программы для создания трехмерных твердотельных моделей и их подготовке к выращиванию.

Основные виды трехмерного моделирования: поверхностное, низкополигональное, высокополигональное и примеры программных продуктов. Программные продукты по подготовке геометрии изделия для 3d принтера и станка ЧПУ. Численное моделирование 3d печати и мехобработке

Цифровые технологии в опытном литейном производстве.

Обратное проектирование отливок. Сканирование. Способы сканирования. Сканеры. Программное обеспечение постобработки результатов.

Применение резиноподобных материалов в технологии изготовления отливок.

Станки с ЧПУ. Основные типы станков.

Трех координатные (трех осевые) фрезерно-гравировальные станки с ЧПУ портального типа, фрезерные вертикально-консольного, широкоуниверсальные четырех координатные. Принцип написания управляющих программ в различных САМ модулях.

Семинарские занятия.

Тема 1. Фотополимерные принтеры: V-Flash, Photocentric liquid.

Тема 2. Гипсо- порошковый Z-принтер.

Тема 3 FDM принтеры: Prusa, Ultimaker.

Тема 4. Разработка конструкции изделия. Программная подготовка.

Тема 5. Исправление возникающих ошибок. Определение направления выращивания, оценка запертых объемов, поддерживающие структуры и методы экономии материала.

Тема 6. Фрезерно-гравировальные станки с ЧПУ портального типа.

5. Образовательные технологии.

При реализации различных видов занятий предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (просмотра видеоматериалов по определенным темам, их последующий анализ и обсуждение и пр.) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20% от аудиторных занятий. В раздел «Самостоятельная работа студентов» включается: повторение

лекционного материала, подготовка к лекциям, а также самостоятельное изучение рекомендуемой литературы.

В процессе изучения дисциплины возможно применение дистанционных образовательных технологий в системе LMS Мосполитеха.

Ссылки <https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=8312>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Для контроля текущего усвоения дисциплины предусмотрены опросы студентов по предыдущему материалу, кроме того при использовании он-лайн курсов (дистанционного образования) текущий контроль освоения дисциплины проводится с использованием тестирования (банка тестовых заданий, насчитывающих 10ки вопросов по темам дисциплины). Активность студентов учитывается при проведении зачета. Варианты контрольных вопросов к зачету приведены в приложении.

При использовании он-лайн курсов (дистанционного образования) текущий контроль освоения дисциплины и промежуточная аттестация проводится с использованием тестирования (банка тестовых заданий, насчитывающих 10ки вопросов по темам дисциплины).

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способен к разработке новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе

В процессе освоения образовательной программы данная компетенция, в том числе отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-1 - Способен к разработке новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5

<p>знать: - основные критерии выбора цифровой технологии под конкретные задачи машиностроения ; -номенклатуру современных 3d принтеров, сканеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие следующих знаний: основные критерии выбора цифровой технологии под конкретные задачи машиностроения ; -номенклатуру современных 3d принтеров, сканеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основные критерии выбора цифровой технологии под конкретные задачи машиностроения ; -номенклатуру современных 3d принтеров, сканеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основные критерии выбора цифровой технологии под конкретные задачи машиностроения ; -номенклатуру современных 3d принтеров, сканеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства. но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основные критерии выбора цифровой технологии под конкретные задачи машиностроения; -номенклатуру современных 3d принтеров, сканеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь: -обоснованно и правильно выбирать материал, используемых цифровой технологии, соответствие требованиям нормативно-технической документации; -производить основные технико-экономические расчёты (качество</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: обоснованно и правильно выбирать материал, используемых цифровой технологии, соответствие требованиям нормативно-технической документации; -производить основные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: обоснованно и правильно выбирать материал, используемых цифровой технологии, соответствие требованиям нормативно-технической документации;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: обоснованно и правильно выбирать материал, используемых цифровой технологии, соответствие требованиям нормативно-технической документации;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обоснованно и правильно выбирать материал, используемых цифровой технологии, соответствие требованиям нормативно-технической документации; -производить основные технико-экономические</p>

поверхности изделия и время его изготовления, стоимость).	техничко-экономические расчёты (качество поверхности изделия и время его изготовления, стоимость).	-производить основные технико-экономические расчёты (качество поверхности изделия и время его изготовления, стоимость).	-производить основные технико-экономические расчёты (качество поверхности изделия и время его изготовления, стоимость).	расчёты (качество поверхности изделия и время его изготовления, стоимость).Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - управлением 3d принтером, сканером, станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера, сканера и станков с ЧПУ.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: управлением 3d принтером, сканером, станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера, сканера и станков с ЧПУ..	Обучающийся владеет в неполном объеме: управлением 3d принтером, сканером, станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера, сканера и станков с ЧПУ.	Обучающийся частично владеет: управлением 3d принтером, сканером, станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера, сканера и станков с ЧПУ.. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: управлением 3d принтером, сканером, станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера, сканера и станков с ЧПУ. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» (прошли устный опрос или успешно ответили на тестирование по темам дисциплины).

Шкала оценивания	Описание
------------------	----------

Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, 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 учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, 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. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 63 стр., 2015г. <https://e.lanbook.com/book/91553#authors>
2. Электронный ресурс: <http://cyberleninka.ru/article/n/mashinnye-dizayn-tehnologii-bystrogo-prototipirovaniya>.

б) дополнительная литература:

1. Ушаков Д.М. Введение в математические основы САПР: курс лекций, Издательство "ДМК Пресс", 208стр., 2011г. <https://e.lanbook.com/book/1311#authors>

в) программное обеспечение:

1. Rhinoceros 5 education lab Договор № 21-07/13 от 30.07.2013г., бессрочная
2. RhinoCAM ProLab V40 Договор № 18-09/14 от 22.09.2014г., бессрочно.
3. Zbrush 4R6 academic Договор № 18-09/14 от 22.09.2014г., бессрочно, Договор № 21-07/13 от 30.07.2013г., бессрочно

Программное обеспечение включает учебно-методические материалы (руководство пользователя) в электронном виде.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория компьютерного моделирования кафедры «Машины и технологии литейного производства» (ав1511) оснащена интерактивной доской для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Кроме того, имеется наглядное пособие в виде изделий полученных различными цифровыми технологиями.

Кроме того, лаборатория (ав1511) позволяет подгруппе студентов выполнять на современных ПК трехмерное моделирование литейной оснастки в программе Rhinoceros 3D для ее дальнейшего изготовления на 3D принтерах или станках с ЧПУ.

Для выполнения практических занятий, кафедре предоставят возможность использовать 3d принтеры, сканеры, станок ЧПУ, имеющийся в ЦТПО (авт.4109).

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов заключается в систематическом размещении в конспекте лекций раздаточного иллюстративного материала, обсуждённого при проведении аудиторных занятий. При подготовке к контрольным опросам, следует заранее сформулировать

неясные положения изученного материала и задать вопросы преподавателю на занятии, предшествующем контрольному опросу.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

Занятия по дисциплине «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» должны соответствовать следующим требованиям:

1. Преподавание должно соответствовать основным принципам коммуникативного подхода.
2. Особое внимание при изложении «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» следует уделять разделам применения аддитивных технологий в литейном производстве.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров 15.04.01 «Машиностроение».

**Структура и содержание дисциплины «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей» по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» (магистров)
Профиль подготовки «Цифровые технологии литейного производства»**

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	
	Первый семестр															
1.1	Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Место аддитивных технологий в современном машиностроении и литейном производстве. Цели и задачи дисциплины.	4	1	4			12									
1.2	Терминология и классификация методов аддитивной технологии: -стереолитография (STL — stereolithography), отверждение на твёрдом основании (SGC — SolidGroundCuring), нанесение термопластов (FDM — FusedDepositionModeling), распыление термопластов (BPM — BallisticParticleManufacturing),	4					12									

	лазерное спекание порошков (SLS — SelectiveLaserSintering), моделирование при помощи склейки (LOM — LaminatedObjectModeling), технология многосопельного моделирования (MJM MultiJetModeling).																	
1.3	Стереолитография (STL — stereolithography). Принципиальная схема технологии STL, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.	4	2	4			12											
1.4	Отверждение на твёрдом основании (SGC — SolidGroundCuring). Принципиальная схема технологии SGC, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и	4							12									

	прототипов технологии.														
1.5	Нанесение термопластов (FDM — Fused Deposition Modeling). Принципиальная схема технологии FDM, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.	4					12								
1.6	Распыление термопластов (BPM — Ballistic Particle Manufacturing). Принципиальная схема технологии BPM, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.	4	3	4			12								
1.7	Лазерное спекание порошков (SLS — Selective Laser Sintering). Принципиальная схема технологии SLS, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы,	4	4	4			12								

	применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.														
1.8	Моделирование при помощи склейки (LOM — LaminatedObjectModeling). Принципиальная схема технологии LOM, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.	4	5	4			12								
1.9	Технология многосопельного моделирования (MJM MultiJetModeling). Принципиальная схема технологии MJM, физическая сущность процесса создания прототипа. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.	4	6	2			12								
1.10	САПР технологии изготовления	4	7	2			12								

	<p>литейных форм и моделей. Существующие CAD/CAM/CAE программы для создания трехмерных твердотельных моделей и их подготовке к выращиванию. Основные виды трехмерного моделирования: поверхностное, низкополигональное, высокополигональное и примеры программных продуктов. Программные продукты по подготовке геометрии изделия для 3д принтера и станка ЧПУ. Численное моделирование 3д печати и мехобработки.</p>															
1.11	<p>Цифровые технологии в опытном литейном производстве Обратное проектирование отливок. Сканирование. Способы сканирования. Сканеры. Программное обеспечение постобработки результатов. Применение резиноподобных материалов в технологии изготовления отливок.</p>	4	8	2			14									
1.12	<p>Станки с ЧПУ. Основные типы станков. Трех координатные (трех осевые) Фрезерно-гравировальные станки с ЧПУ портального типа, фрезерные вертикально-консольного, широкоуниверсальные четырех координатные. Принцип</p>	4		2			14									

	написания управляющих программ в различных САМ модулях.																
1.13	Семинарские занятия. Тема 1. Фотополимерные принтеры: V-Flash, Photocentricliquid.	4	9		4		14										
1.14	Семинарские занятия. Тема 2. Гипсо- порошковый Z-принтер.	4	10		4		14										
1.15	Семинарские занятия. Тема 3. FDM принтеры: Prusa, Ultimaker.	4	11		4		14										
1.16	Семинарские занятия. Тема 4. Разработка конструкции форм. Программная подготовка.	4	12		4		14										
1.17	Семинарские занятия. Тема 5. Исправление возникающих ошибок. Определение направления выращивания, оценка запертых объемов, поддерживающие структуры и методы экономии материала.	4	13		6		14										
1.18	Семинарские занятия. Тема 6. Фрезерно-гравировальные станки с ЧПУ портального типа.	4	14		6		14										
	Форма аттестации																+
	Всего часов по дисциплине			28	28		232										3

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

Направление подготовки: 15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ
ОП (профиль): «Цифровые технологии литейного производства»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности в соответствии с ООП

Кафедра: «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей»

Составители:

Доцент, к.т.н. Илюхин В.Д.

Доцент, к.т.н. Бурцев Д.С.

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей					
ФГОС ВО 15.04.01 «Машиностроение»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	Способен к разработке новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные критерии выбора технологии быстрого прототипирования под конкретные задачи машиностроения; - номенклатуру современных 3d принтеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обоснованно и правильно выбирать материал, используемых в технологии быстрого прототипирования, в соответствии требованиям нормативно-технической документации; - производить основные технико-экономические расчёты (качество поверхности прототипа и время его роста, стоимость прототипа). <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - управлением 3d принтером и станком с ЧПУ ; программным обеспечением для 3d принтера и станков с ЧПУ. 	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО, тестирование, вопросы для зачета	<p>Базовый уровень</p> <ul style="list-style-type: none"> - Способностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования в машиностроении. <p>Повышенный уровень.</p> <ul style="list-style-type: none"> - способен разъяснить и дополнить новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования в машиностроении.

Перечень оценочных средств по дисциплине «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тестирование (применение онлайн образовательных технологий)	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Банк тестовых заданий (вопросов)

Кафедра «Машины и технологии литейного производства»
(наименование кафедры)

Вопросы для устного опроса (собеседования).

1. Физический принцип аддитивной технологии (АДТ) (ПК1)
2. Классификация АДТ. (ПК1)
3. STL процесс. (ПК1)
4. V-Flash процесс. (ПК1)
5. Конструкция 3d принтера V-Flash, преимущества, недостатки. (ПК1)
6. Применение в литейном производстве STL 3d принтера. (ПК1)
7. SLS процесс. Конструкция 3d принтера. (ПК1)
8. Преимущества, недостатки SLS 3d принтера. Применение в литейном производстве. (ПК1)
9. Z-принтеры, их принцип работы и устройство. (ПК1)
10. Z-принтеры, преимущества, недостатки. Применение в литейном производстве. (ПК1)
11. FDM-установки, их принцип работы и устройство. ПК1)
12. FDM-установкипреимущества,недостатки. Применение в литейном производстве. (ПК1)
13. LOM-процесс, принцип работы и устройство. (ПК1)
14. LOM-процесс, преимущества,недостатки. Применение в литейном производстве. (ПК1)
15. Изготовление разовых выплавляемых, моделей на 3d принтерах, технология. (ПК1)
16. Изготовление разовых выжигаемых моделей на 3d принтерах, технология. (ПК1)
17. Изготовление разовых газифицируемых моделей на 3d принтерах, технология. (ПК1)
18. Применение SLA установок при изготовлении постоянных моделей. (ПК1)
19. Применение LOM процесса, при изготовлении постоянных моделей. (ПК1)
20. Применение FDM процесса, при изготовлении постоянных моделей. (ПК1)
21. Разработка конструкции форм по SLS процессу. (ПК1)
22. Программное обеспечение SLS процесса. (ПК1)
23. Особенности работы установки ProMetall. (ПК1)
24. Материалы применяемые при SLS процессе. (ПК1)
25. Материалы применяемые при FDM процессе. (ПК1)
26. Материалы применяемые при LOM процессе. (ПК1)
27. STL формат, его особенности, возникающие ошибки. (ПК1)
28. Определение направления выращивания. (ПК1)

Тестирование (применение он-лайн образовательных технологий).

Промежуточные тесты. Каждый промежуточный тест может объединять задания (вопросы) по нескольким темам дисциплины – не менее 2 тестовых заданий/вопросов на 1 академический час общей трудоемкости дисциплины. Задания/вопросы к тестам должны быть сгруппированы по темам дисциплины. Тест должен содержать вопросы по материалам теории и пройденного практикума. Рекомендуется включать задания/вопросы разных типов. Для каждого семестра изучаемой дисциплины рекомендуется не менее одного, но не более пяти тестов. Так как разрабатываемые тесты предназначены для ввода в LMS Университета, то необходимо учитывать технические возможности самой программы контроля. Система Moodle, используемая в LMS Университета, поддерживает следующие типы тестовых заданий.

- задания на множественный выбор;
- задания с ответами «верно» – «неверно»;
- задания на соответствие;
- задания на ввод численного значения;
- задания на дополнение.

Автор тестов сам составляет, и каждый год обновляет свой банк тестовых заданий.

Рекомендации по формированию банка тестовых заданий

Тестовые задания/вопросы учебного курса в LMS Moodle хранятся в «Банке тестовых заданий учебного курса» и уже оттуда добавляются в тест. Такой подход позволяет использовать один и тот же вопрос в нескольких тестах курса.

Тесты могут создаваться преподавателем непосредственно в LMS, но более простым способом является импорт в банк тестовых заданий вопросов/заданий, заранее подготовленных с использованием любого текстового редактора.

В LMS Moodle тестовые задания хранятся в текстовом формате GIFT, в котором по определенным правилам оформляются (форматируются) задания/вопросы теста и варианты ответов для них.

Кафедра «Машины и технологии литейного производства» (наименование кафедры)

ПК-1 - Способен к разработке новых технологических процессов получения сложных отливок в литейном цехе

Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет	
		Критерии оценивания	
		зачтено	не зачтено
знать: - основные критерии выбора технологии быстрого прототипирования под конкретные задачи машиностроения; - номенклатуру современных 3d принтеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства. уметь:	Стереолитография. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии. Отверждение на твёрдом основании. Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства. Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и

<p>-обоснованно и правильно выбирать материал, используемых в технологии быстрого прототипирования, в соответствии требованиям нормативно-технической документации;</p> <p>-производить основные технико-экономические расчёты (качество поверхности прототипа и время его роста, стоимость прототипа).</p> <p>владеть:</p> <p>- управлением 3d принтером и станком с ЧПУ ;</p> <p>программным обеспечением для 3d принтера и станков с ЧПУ.</p>	<p>технологии.</p> <p>Нанесение термопластов.</p> <p>Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства.</p> <p>Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.</p> <p>Распыление термопластов.</p> <p>Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства.</p> <p>Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.</p> <p>Лазерное спекание порошков.</p> <p>Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства.</p> <p>Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.</p> <p>Моделирование при помощи склейки.</p> <p>Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства.</p> <p>Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.</p> <p>Технология многосоплового моделирования.</p> <p>Основные материалы, применяемые в технологии и их эксплуатационные свойства.</p> <p>Область применения технологии. Примеры 3d принтеров и прототипов технологии.</p> <p>Существующие CAD программы для создания трехмерных твердотельных моделей и их подготовке к выращиванию.</p> <p>Программные продукты по подготовке формата STL для печати.</p> <p>Аддитивные технологии в опытном литейном производстве.</p> <p>Возможность применения разных материалов 3d принтеров для снятия силиконовых и литейных форм.</p> <p>Станки с ЧПУ.</p> <p>Принцип написания управляющих программ в различных САМ модулях.</p>	<p>новые, нестандартные ситуации. Студент знает основные критерии выбора технологии быстрого прототипирования под конкретные задачи машиностроения;</p> <p>- номенклатуру современных 3d принтеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p> <p>Студент умеет обоснованно и правильно выбирать материал, используемых в технологии быстрого прототипирования, в соответствии требованиям нормативно-технической документации;</p> <p>-производить основные технико-экономические расчёты (качество поверхности прототипа и время его роста, стоимость прототипа). Студент владеет: управлением 3d принтером и станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера и станков с ЧПУ.</p>	<p>умениями при их переносе на новые ситуации. Студент не знает основные критерии выбора технологии быстрого прототипирования под конкретные задачи машиностроения;</p> <p>- номенклатуру современных 3d принтеров и станков с ЧПУ, используемых материалов и их эксплуатационные свойства. Студент не умеет обоснованно и правильно выбирать материал, используемых в технологии быстрого прототипирования, в соответствии требованиям нормативно-технической документации;</p> <p>-производить основные технико-экономические расчёты (качество поверхности прототипа и время его роста, стоимость прототипа). Студент не владеет: управлением 3d принтером и станком с ЧПУ; программным обеспечением для 3d принтера и станков с ЧПУ.</p>
---	---	---	--

Вопросы к зачету

по дисциплине «Применение цифровых технологий для изготовления литейных форм и моделей»

(наименование дисциплины)

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Физический принцип аддитивной технологии (АДТ). (ПК-1)
2. Классификация АДТ. (ПК-1)
3. STL процесс. (ПК-1)
4. V-Flash процесс. Конструкция 3d принтера V-Flash, преимущества, недостатки. (ПК-1)
5. SLS процесс. Конструкция 3d принтера. (ПК-1)
6. Z-принтеры, их принцип работы и устройство. (ПК-1)
7. FDM-установки, их принцип работы и устройство. (ПК-1)
8. LOM-процесс, принцип работы и устройство. (ПК-1)
9. Особенности работы установки ProMetall. (ПК-1)
10. Материалы применяемые при SLS процессе. (ПК-1)
11. Материалы применяемые при FDM процессе. (ПК-1)
12. Материалы применяемые при LOM процессе. (ПК-1)
13. STL формат, его особенности, возникающие ошибки. (ПК-1)
14. Методы экономии материала. (ПК-1)
15. DLP процесс. (ПК-1)
16. Принципиальные недостатки АДТ. (ПК-1)
17. Качество поверхности изделий по АДТ. (ПК-1)
18. Станки с ЧПУ. Принцип работы. Основные типы станков. (ПК-1)
19. Трех координатные (трех осевые) фрезерно-гравировальные станки с ЧПУ портального типа. (ПК-1)
20. Фрезерные вертикально-консольного. (ПК-1)
21. Широкоуниверсальные четырех координатные. (ПК-1)

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности УМЕТЬ:

1. Применение в литейном производстве STL 3d принтера. (ПК-1)
2. Преимущества, недостатки SLS 3d принтера. Применение в литейном производстве. (ПК-1)
3. Z-принтеры, преимущества, недостатки. Применение в литейном производстве. (ПК-1)
4. FDM-установки преимущества, недостатки. Применение в литейном производстве. (ПК-1)
5. LOM-процесс, преимущества, недостатки. Применение в литейном производстве. (ПК-1)
6. Изготовление разовых выплавляемых, моделей на 3d принтерах, технология. (ПК-1)
7. Изготовление разовых выжигаемых моделей на 3d принтерах, технология. (ПК-1)
8. Изготовление разовых газифицируемых моделей на 3d принтерах, технология. (ПК-1)
9. Применение SLA установок при изготовлении постоянных моделей. (ПК-1)
10. Применение LOM процесса, при изготовлении постоянных моделей. (ПК-1)
11. Применение FDM процесса, при изготовлении постоянных моделей. (ПК-1)
12. Разработка конструкции форм по SLS процессу. (ПК-1)
13. Определение направления выращивания. (ПК-1)
14. Оценка запертых объемов. (ПК-1)
15. Ориентация детали при DLP процессе. (ПК-1)
16. Ориентация детали при STL процессе. (ПК-1)
17. Ориентация детали при V-Flash процессе. (ПК-1)
18. Ориентация детали на FDM установках. (ПК-1)
19. Ориентация детали на Z-принтерах. (ПК-1)
20. Ориентация детали SLS -принтерах. (ПК-1)
21. Выбор стиля и шага решетки при процессе STL. (ПК-1)
22. Себестоимость изделий по АДТ. (ПК-1)

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ:

1. Программным обеспечением SLS процесса. (ПК-1)
2. Программным обеспечением FDM процесса. (ПК-1)
3. Программным обеспечением V-Flash процесса. (ПК-1)
4. Программным обеспечением для Z-принтеров. (ПК-1)
5. Программным обеспечением для станков ЧПУ. (ПК-1)
6. Размещение поддерживающих структур. (ПК-1)
7. Экологичность и техника безопасности при процессе STL. (ПК-1)
8. Экологичность и техника безопасности на Z-принтерах. (ПК-1)
9. Экологичность и техника безопасности на SLS -принтерах. (ПК-1)
10. Экологичность и техника безопасности при V-Flash процессе. (ПК-1)
11. Экологичность и техника безопасности при LOM-процессе. (ПК-1)
12. Способы повышения производительности FDM-установки. (ПК-1)
13. Способы повышения производительности SLS процесс. (ПК-1)
14. Способы повышения производительности LOM-процесса. (ПК-1)
15. Способы повышения производительности V-Flash процесса. (ПК-1)