

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Бурилович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 01.11.2023 17:52:47

Уникальный идентификатор документа:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан факультета машиностроения**

**/Е.В. Сафонов /**

**2021 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы технологии литья для изготовления изделий  
из металлов и композиционных материалов»**

Направление подготовки

**27.03.05 «Инноватика»**

Профиль

**«Аддитивные технологии»**

Квалификация (степень) выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Москва 2021

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов», является формирование системы знаний, умений и навыков в области литейного производства, с использованием материалов с различными свойствами. Применение их для производства обеспечивает получение высококачественных изделий различного назначения: в металлургии, машиностроении, приборостроении и электронике, ювелирном и медицинском производствах, а также при построении комбинированных процессов обработки в индивидуальном производстве и производстве малыми сериями.

Изучение курса способствует расширению научного кругозора в области технологических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «**Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов**» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль «Аддитивные технологии» очной формы обучения.

Дисциплина «**Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов**» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

1. Физика;
2. Математика;
3. Основы решения инженерных задач;
4. Оборудование для аддитивного производства;
5. Основы материаловедения композиционных и порошковых материалов;
6. Основы проектирования функциональных материалов в аддитивном производстве;
7. Основы R&D деятельности / Основы научных исследований;
8. Промышленные технологии и инновации.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины 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
ОПК-7	способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности;	<p><b>знать:</b> физическое и физико-химическое взаимодействие отливки и формы.</p> <p><b>уметь:</b> Применять физические и физико-химические знания при создании и разработке инновационных технологических процессов.</p> <p><b>владеть:</b> Владеть компьютерными программами, моделирующими физические физико-химическое процессы взаимодействие отливки и формы.</p>
ПК-14	способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем;	<p><b>знать:</b> математические модели законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.</p> <p><b>уметь:</b> Применять математические модели законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы, при создании и разработке инновационных технологических процессов.</p> <p><b>владеть:</b> Численными методами решения математических моделей физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.</p>
ПК-15	способностью конструктивного мышления, применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимальных.	<p><b>знать:</b> методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.</p> <p><b>уметь:</b> Квалифицированно применять методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.</p>

		<b>владеть:</b> методикой и прикладными программами выбора оптимального инновационного технологического процесса.
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы -72 академических часа, из них – 36 часов аудиторных занятий, в том числе: 18 часов лекций, 18 часов лабораторных работ. Выполнение семинаров и практических занятий; курсовых работ по данной дисциплине Учебным планом не предусмотрено.

Структура и содержание дисциплины «Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

#### Содержание разделов дисциплины

##### 4.1. Тематическое содержание дисциплины

###### Тема 1. Введение в курс.

Роль и значение литейного производства в машиностроении. История становления технической науки в литейном производстве. Область изучаемых вопросов.

###### Тема 2. Тепловые основы формирования отливки.

Законы теплообмена. Физические особенности тепловой системы отливка-форма. Упрощение физической и геометрической схем процесса теплообмена. Математическая модель краевой задачи теплопроводности. Математические модели для численных методов решения на ЭВМ. Математическая модель процесса затвердевания и охлаждения отливок в литейной форме. Выбор скорости затвердевания и охлаждения, для получения необходимой структуры и эксплуатационных свойств.

###### Тема 3. Теоретические основы литейной гидравлики и литниковые системы.

Общие положения, назначение и классификация литниковых систем. Свойства сплавов и композитов, как жидкости. Движение расплава по литниковым каналам. Влияние газопроницаемости стенок канала на характер течения металла. Теоретическое обоснование выбора соотношений сечений стояка, шлакоуловителя и питателя. Расчет литниковой системы: определение времени заполнения формы, начального расхода, местного сопротивления, сечения питателей. Моделирование и расчет литниковых систем на ЭВМ. Дефекты отливок по вине литниковой системы.

**Тема 4.** Процессы, происходящие в отливках во время кристаллизации и охлаждения.

Усадка отливок, свободная и затрудненная. Механизм образования усадочных раковин, расчет объема раковин. Методы получения сплошных отливок, создание равномерного и направленного затвердевания. Прибыли, их расчет и конструкция. Внутренние напряжения в отливках. Напряжения, возникающие в момент затвердевания отливки, горячие трещины, механизм образования и методы борьбы с ними. Напряжения,

возникающие в период охлаждения отливки, механизм возникновения остаточных напряжений. Холодные трещины и коробление отливок.

**Тема 5.** Физическое и физико-химическое взаимодействие формы и отливки.

Статическая и динамическая нагрузка, воспринимаемая формой и стержнем. Расчет подъемной силы формы и стержня. Раздутие формы и другие дефекты и меры борьбы с ними. Газовые явления в отливки и форме. Механизм образования газовых раковин и расчет газового давления.

**Тема 6.** Технология получения отливок в разовых песчаных формах.

Формовочные и стержневые смеси. Материалы на основе кварцевых и других огнеупорных песков; требования к пескам, их свойства. Связующие материалы для стержней глины и бентониты. Вспомогательные формовочные материалы. Их назначение. Обогащение песков. Составы смесей. Назначение компонентов смесей. Свойства смесей и методы определения этих свойств. Смеси, предназначенные для различных технологических процессов Хот-бокс-процесс, Колд-бокс процесс, ХТС, ЖСС, СО<sub>2</sub>-процесс и другие. Освежение смесей. Термины. Модельная, стержневая и опочная оснастки. Аддитивные технологии получения песчаных форм.

**Тема 7.** Технология получения отливок в металлических формах.

Литье в кокиль, под давлением, центробежное литье. Оборудование и материалы. Расчет технологических параметров.

**Тема 8.** Технология литья в керамические и гипсовые формы по выплавляемым и выжигаемым моделям.

Оборудование и материалы, расчет технологических параметров.

**Тема 9.** Аддитивные технологии изготовления моделей, форм.

Выбор техпроцесса. Применяемые материалы и оборудование.

**Тема 10.** Плавка металла, заливка и финишные операции при изготовлении отливок.

Виды и конструкции печей, заливочных устройств. Технологические параметры заливки. Технологические схемы выбивки, отделения литников и прибылей. Очистка, термическая обработка и окраска отливок.

**Тема 11.** РИМ технологии.

Сущность технологического процесса. Применяемые материалы их характеристики. Конструкция оборудования, пресс форм.

**Тема 12.** Литье металлов, композитных материалов в силиконовые формы.

Применяемые способы заливки, материалы, оснастка, оборудование.

## **5. Образовательные технологии**

Изложение лекционного материала сопровождается презентациями, включающими использование текстов, фотоснимков, рисунков, схем, моделей, виртуальных экспериментов. Проверка результатов внеаудиторной работы студентов осуществляется с помощью проведения защиты и индивидуального обсуждения выполненных лабораторных работ, представления и обсуждения доклада по теме реферата.

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

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы: рефераты, доклады на СНТК.

Кафедра располагает контрольными вопросами (в режиме обучения и контроля) для проведения промежуточных аттестаций в рамках дидактических единиц содержания дисциплины:

Образцы контрольных вопросов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### **6.1. Фонд оценочных средств, для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-7	Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности.
ПК-14	Способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.
ПК-15	Способностью конструктивного мышления, применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимальных

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения студентами разделов дисциплины «Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов».

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

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

<b>ОПК-7 - Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности.</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> физическое и физико-химическое взаимодействие отливки и формы.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие основ физическое и физико-химическое взаимодействие отливки и формы	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие основы физическое и физико-химическое взаимодействие отливки и формы. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное отсутствие основ физическое и физико-химическое взаимодействие отливки и формы	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: основ физическое и физико-химическое взаимодействие отливки и формы, свободно оперирует приобретенным и знаниями.
<b>уметь:</b> Применять физические и физико-химические знания при создании и разработке инновационных технологических процессов.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять физические и физико-химические знания при создании и разработке	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений применять физические и физико-химические знания при	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений применять физические и физико-химические знания при	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений применять Применять физические и физико-химические

	инновационных технологических процессов.	созданий и разработке инновационных технологических процессов значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	создании и разработке инновационных технологических процессов по ряду показателей. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при , переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	знания при создании и разработке инновационных технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> Владеть компьютерными программами, моделирующими физические физико-химическое процессы взаимодействие отливки и формы.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет компьютерными программами, моделирующими физические физико-химическое процессы взаимодействие отливки и формы.	Обучающийся владеет компьютерными программами, моделирующими физические физико-химическое процессы взаимодействие отливки и формы в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых	Владеет компьютерными программами, моделирующими физические физико-химическое процессы взаимодействие отливки и формы. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Владеет компьютерными программами, моделирующим и физические физико-химическое процессы взаимодействие отливки и формы. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.



		ситуациях.		
<b>ПК-14 - Способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.</b>				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> математические модели законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний математических моделей законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний математических моделей законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы. Допускает значительные ошибки, проявляются недочеты по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний математических моделей законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний математических моделей законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> Применять математические модели законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы, при создании и разработке	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное умение применять математические модели законов физического и физико-	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений применять математические модели законов физического и физико-химического	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений применять математические модели законов физического и физико-	Обучающийся демонстрирует умение в полной мере применять математические модели законов физического и физико-химического взаимодействия

<p>инновационных технологических процессов.</p>	<p>химического взаимодействия отливки и формы, при создании и разработке инновационных технологических процессов</p>	<p>взаимодействия отливки и формы, при создании и разработке инновационных технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>химического взаимодействия отливки и формы, при создании и разработке инновационных технологических процессов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>отливки и формы, при создании и разработке инновационных технологических процессов. Свободно оперирует приобретенным и умениями.</p>
<p><b>владеть:</b> Численными методами решения математических моделей физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие владением численными методами решения математических моделей физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.</p>	<p>Обучающийся в неполной мере владеет численными методами решения математических моделей физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся</p>	<p>Обучающийся демонстрирует незначительные ошибки при владении численными методами решения математических моделей физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полной мере владение численными методами решения математических моделей физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы. Свободно оперирует приобретенным и навыками.</p>

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
<b>ПК-15 Способностью конструктивного мышления, применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимальных</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний методов анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.	Обучающийся демонстрирует неполное знание методов анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса. Обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное отсутствие знаний методов анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.	Обучающийся демонстрирует в полной мере знание методов анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса. Свободно оперирует приобретенным и знаниями.
<b>уметь:</b> Квалифицированно применять методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса	Обучающийся в неполной мере умеет применять методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса. По ряду показателей, обучающийся испытывает	Обучающийся демонстрирует частичное отсутствие умений применять методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса. Умения	Обучающийся демонстрирует в полной мере умение применять методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса. Свободно

		значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при , переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> методикой и прикладными программами выбора оптимального инновационного технологического процесса.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методикой и прикладными программами выбора оптимального инновационного технологического процесса.	Обучающийся владеет методикой и прикладными программами выбора оптимального инновационного технологического процесса. в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Владеет методикой и прикладными программами выбора оптимального инновационного технологического процесса. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Владеет в полной мере методикой и прикладными программами выбора оптимального инновационного технологического процесса. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

**6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:**

**Форма промежуточной в седьмом семестре аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта 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».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	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 новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	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 умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма контроля текущей успеваемости в виде выполнения и защиты отчета по лабораторным работам №1, №2, №3, №4.

Перечень вопросов по защите лабораторной работе дано в **приложении 3** к рабочей программе.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература**

1.А.П.Трухов, Ю.А.Сорокин, М.Ю.Ершов, Б.П.Благонравов, А.А.Минаев, Э.Ч. Гини. Технология литейного производства. Литье в песчаные формы. Учебник, М. АCADEMA, 2005г.-324 с.

2.Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. Технология литейного производства: Специальные виды литья. – М.: АCADEMA, 2005. –350 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Сорокин Ю.А., Благодравов Б.П. Современные технологические процессы изготовления стержней в отечественной и мировой литейной практике. Учебное пособие, МГТУ «МАМИ», ус.п.л.3.6, 2007г.

2. Сорокин Ю.А. М.У. к лабораторным работам по дисциплине «Технология литейного производства». М.У., МГТУ «МАМИ», ус.п.л. 5, -2008г

3. Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. Технологии Аддитивного производства, М.: Техносфера, 2016. – 646 с.

4. В.П. Новиков. Элементы информационного и математического обеспечения проектирования и управления литейными процессами. Учебное пособие, МГИУ, 2003г.

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.

### **в) Программное обеспечение и интернет-ресурс**

При обучении студентов по дисциплине могут быть использованы:

1. Учебно-лабораторный практикум компьютерного проектирования технологического процесса изготовления отливок Т0ТЛ 2А

2. Моделирующий пакет «Nova-Flow»

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория кафедры «Машины и технология литейного производства» (АВ1513) оснащена мультимедийным проектором для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Компьютерный класс кафедры (АВ1511) позволяет подгруппе студентов обрабатывать результаты лабораторных работ.

При проведении лабораторных работ используется следующее оборудование и наглядные пособия:

- комплекс оборудования для литья по выплавляемым моделям;
- кокили с вертикальным, горизонтальным и комбинированными разъёмами;
- лабораторные приборы для испытания прочности образцов смеси отверждаемой в нагреваемой оснастке;
- плавильные печи САТ и ИСТ;
- индукционная плавильная печь INDUTHERN MU-400-V с вакуумной камерой;
- установка для ротационного литья.
- образцы моделей, литейных форм, стержней и художественных отливок, получаемых различными специальными методами литья.

<b>Номер аудитории</b>	<b>Оборудование</b>
<b>АВ2010</b>	Универсальный прибор с набором съемных приспособлений, для испытания прочностных характеристик образцов из формовочных и стержневых смесей. ПКЗ
<b>АВ2010</b>	Прибор для испытаний газопроницаемости формовочных материалов .
<b>АВ2010</b>	Просеивающий аппарат с набором стандартных сит для испытания

	формовочных песков, определения содержания глины в песке, его зернового состава и пористости, Лопастная мешалка. шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающий температуру нагрева до 110С° набор колб и мензурок, - трубка U -образная.
<b>AB2010</b>	Лабораторный смеситель – катковый, Лабораторный копер и оснастка для изготовления образцов. Твердомер 071.
<b>AB2010</b>	Технологическая оснастка для определения влажности, уплотняемости, Насыпной массы формовочных смесей.

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами компьютерных программ по расчету технологических параметров получения отливки из металлов, композиционных материалов, методами исследования структуры и свойств материалов рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

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 зачёту.

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя.

При проведении лабораторных работ следует обращать особое внимание студентов на связь технологических особенностей изучаемых процессов с их выходными параметрами - возможностью получения тонкостенных отливок, отливок сложной конфигурации, точностными параметрами отливок, качеством поверхности и прочностными характеристиками получаемых отливок.

## ПРИЛОЖЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

- Структура и содержание дисциплины (Приложение 1);
- Фонд оценочных средств (Приложение 2).





	эксплуатационных свойств.														
3	<p>. Теоретические основы литейной гидравлики и литниковые системы. Общие положения, назначение и классификация литниковых систем. Свойства сплавов и композитов, как жидкости. Движение расплава по литниковым каналам. Влияние газопроницаемости стенок канала на характер течения металла. Теоретическое обоснование выбора соотношений сечений стояка, шлакоуловителя и питателя. Расчет литниковой системы: определение времени заполнения формы, начального расхода, местного сопротивления, сечения питателей. Моделирование и расчет литниковых систем на ЭВМ. Дефекты отливок по вине литниковой системы.</p>	7	4	2		4									
4	<p>Процессы, происходящие в отливках во время кристаллизации и охлаждения. Усадка отливок, свободная и затрудненная. Механизм образования усадочных раковин, расчет объема раковин. Методы получения сплошных отливок, создание равномерного и направленного затвердевания. Прибыли, их расчет и конструкция. Внутренние напряжения в отливках. Напряжения, возникающие в момент затвердевания</p>	7	6-7	2		4	4								

	отливки, горячие трещины, механизм образования и методы борьбы с ними. Напряжения, возникающие в период охлаждения отливки, механизм возникновения остаточных напряжений. Холодные трещины и коробление отливок.													
5	Физическое и физико-химическое взаимодействие формы и отливки. Статическая и динамическая нагрузка, воспринимаемая формой и стержнем. Расчет подъемной силы формы и стержня. Раздутие формы и другие дефекты и меры борьбы с ними. Газовые явления в отливки и форме. Механизм образования газовых раковин и расчет газового давления.	7	8	1		2								
6	Технология получения отливок в разовых песчаных формах. Формовочные и стержневые смеси. Материалы на основе кварцевых и других огнеупорных песков; требования к пескам, их свойства. Связующие материалы для стержней глины и бентониты. Вспомогательные формовочные материалы. Их назначение. Обогащение песков. Составы смесей. Назначение компонентов смесей. Свойства смесей и методы определения этих свойств. Смеси, предназначенные для различных технологических процессов Хот-бокс-процесс, Колд-бокс процесс, ХТС, ЖСС,	7	9-10	2		4	4							

	СО2-процесс и другие. Освежение смесей. Термины. Модельная, стержневая и опочная оснастки. Аддитивные технологии получения песчаных форм.														
7	Технология получения отливок в металлических формах. Литье в кокиль, под давлением, центробежное литье. Оборудование и материалы. Расчет технологических параметров.	7	13-15	2		6	6								
8	Технология литья в керамические и гипсовые формы по выплавляемым и выжигаемым моделям. Оборудование и материалы, расчет технологических параметров.	7	16	1			2								
9	Аддитивные технологии изготовления моделей, форм. Выбор техпроцесса. Применяемые материалы и оборудование.	7	16	1			4								
10	Плавка металла, заливка и финишные операции при изготовлении отливок. Виды и конструкции печей, заливочных устройств. Технологические параметры заливки. Технологические схемы выбивки, отделения литников и прибылей. Очистка, термическая обработка и окраска отливок.	7	17	1			4								

11	РИМ технологии. Сущность технологического процесса. Применяемые материалы их характеристики. Конструкция оборудования, пресс форм.	7	17	1			2								
12	Тема 12. Литье металлов, композитных материалов в силиконовые формы. Применяемые способы заливки, материалы, оснастка, оборудование.	7	18	2			2								
	Итого:		18	18		18	36								+

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

Направление подготовки: 27.03.05 "Инноватика"

ОП (профиль): «Аддитивные технологии»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

производственно-технологическая, экспериментально-исследовательская, проектно-  
конструкторская деятельность

Кафедра: «Машины и технологии литейного производства»

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **«Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов»**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

2.1 Устный опрос собеседование.

2.2 Защита лабораторной работы.

**Составитель:**

Доцент, к.т.н.

Илюхин В.Д.

Москва, 2020

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов»					
ФГОС ВО 27.03.05 "Инноватика"					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
<b>ОПК-7</b>	Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности.	<p><b>знать:</b> физическое и физико-химическое взаимодействие отливки и формы.</p> <p><b>уметь:</b> Применять физические и физико-химические знания при создании и разработке инновационных технологических процессов.</p> <p><b>владеть:</b> Владеть компьютерными программами, моделирующими физические физико-химическое процессы взаимодействие отливки и формы.</p>	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы.	УО, Зачёт.	<p><b>Базовый уровень</b> Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения при создании и разработке инновационных технологических процессов.</p> <p><b>Повышенный уровень.</b> - способен разъяснить и дополнить технические задания при создании и разработке инновационных технологических процессов.</p>
<b>ПК-14</b>	Способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.	<p><b>знать:</b> математические модели законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.</p> <p><b>уметь:</b> - Применять математические модели законов физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы,</p>	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы.	УО, Зачёт.	<p><b>Базовый уровень</b> - Способен разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.</p> <p><b>Повышенный уровень.</b> - Способен разъяснить и дополнить новые современные методы разработки</p>

		<p>при создании и разработке инновационных технологических процессов.</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>- Численными методами решения математических моделей физического и физико-химического взаимодействия отливки и формы.</p>			<p>технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования в машиностроении.</p>
<b>ПК-15</b>	<p>Способностью конструктивного мышления, применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимальных.</p>	<p><b>знать:</b></p> <p>методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.</p> <p><b>уметь:</b></p> <p>Квалифицирован-но применять методы анализа и выбора оптимального инновационного технологического процесса.</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>методикой и прикладными программами выбора оптимального инновационного технологического процесса.</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы</p>	<p>УО, Зачёт.</p>	<p><b>Базовый уровень</b></p> <p>Способен проявлять конструктивное мышление, применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимальных.</p> <p><b>Повышенный уровень.</b></p> <p>Способен проявлять конструктивное мышление, и применять современные методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимальных.</p>

**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и  
композиционных материалов»**

№ 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	Лабораторные работы (ЛР).	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде оценки знаний обучающегося по теме лабораторной работы.	Вопросы по разделам дисциплины связанными с темой лабораторной работы.

**Перечень лабораторных работ**

	Название лабораторной работы	Кол-во часов
1	Расчет затвердевания отливки на ЭВМ.	4
2	Расчет образования остаточных напряжений в отливке.	4
3	Изучение литейного оборудования.	6
4	Изучение свойств формовочных материалов.	4
Итого		18



## Вопросы для устного опроса (собеседования). Защиты лабораторной работы.

1. Роль и значение литейного производства в машиностроении
2. Законы теплообмена. Физические особенности тепловой системы отливка-форма.
3. Математическая модель процесса затвердевания и охлаждения отливок в литейной форме. ЛР. №1
4. Численные методы решения на ЭВМ математической модели затвердевания и охлаждения отливки в литейной форме. ЛР. №1.
5. Общие положения, назначение и классификация литниковых систем
6. Свойства сплавов и композитов, как жидкости.
7. Движение расплава по литниковым каналам. Влияние газопроницаемости стенок канала на характер течения металла.
8. Расчет литниковой системы: определение времени заполнения формы, начального расхода, местного сопротивления, сечения питателей.
9. Моделирование и расчет литниковых систем на ЭВМ.
10. Усадка отливок, свободная и затрудненная.
11. Методы получения плотных отливок, создание равномерного и направленного затвердевания.
12. Прибыли, их расчет и конструкция.
13. Напряжения, возникающие в момент затвердевания отливки, горячие трещины, механизм образования и методы борьбы с ними. . ЛР. №2.
14. Напряжения, возникающие в период охлаждения отливки, механизм возникновения остаточных напряжений. ЛР. №2.
15. Холодные трещины и коробление отливок.
16. Статическая и динамическая нагрузка, воспринимаемая формой и стержнем. Расчет подъемной силы формы и стержня.
17. Газовые явления в отливки и форме. Механизм образования газовых раковин и расчет газового давления.
18. Формовочные и стержневые смеси. Материалы на основе кварцевых и других огнеупорных песков; требования к пескам, их свойства. ЛР. №4.
19. Смеси, предназначенные для различных технологических процессов Хот-бокс-процесс, Колд-бокс процесс, ХТС, ЖСС, CO<sub>2</sub>-процесс и другие. ЛР. №4.
20. Модельная, стержневая и опочная оснастка
21. Аддитивные технологии получения песчаных форм.
22. Литье в кокиль. ЛР. №4.
23. Литье под давлением. ЛР. №4.
24. Центробежное литье. ЛР. №4.
25. Технология литья в керамические и гипсовые формы по выплавляемым и выжигаемым моделям.
26. Виды и конструкции печей, заливочных устройств. Технологические параметры заливки.
27. Технологические схемы выбивки, отделения литников и прибылей. Очистка, термическая обработка и окраска отливок.
28. FDM-установки преимущества, недостатки. Применение в литейном производстве.

29. LOM-процесс, принцип работы и устройство. Применение в литейном производстве.
30. Изготовление разовых выплавляемых, моделей на 3d принтерах, технология.
31. Изготовление разовых выжигаемых моделей на 3d принтерах, технология.
32. Изготовление разовых газифицируемых моделей на 3d принтерах, технология.
33. Применение SLA установок в литейном производстве.
34. PIM технологии. Сущность технологического процесса.
35. Материалы применяемые в PIM процессах, их характеристики.
36. Конструкция оборудования, пресс форм в PIM технологии.
37. Физико-химические свойства силиконовых форм.
39. Технология изготовления оснастки для силиконовых форм.
40. Технология изготовления формовочной массы для силиконовых форм.
41. Применяемое оборудование при литье металлов, композитных материалов в силиконовые формы.