

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:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



/ Сафонов Е.В./

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Математические методы в литейном производстве»**

Направление подготовки  
**15.04.01 Машиностроение**

Профиль подготовки  
**«Цифровые технологии литейного производства»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

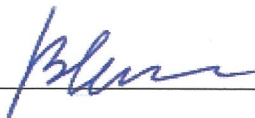
Форма обучения  
**очная**

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 составил:**

д.т.н., профессор Монастырский В.П. \_\_\_\_\_

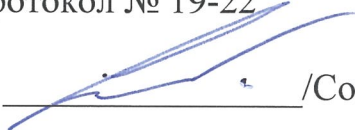


Программа дисциплины **«Математические методы в литейном производстве»** по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение», профиль подготовки "Цифровые технологии литейного производства" утверждена на заседании кафедры "Машины и технологии литейного производства" им. П.Н. Аксенова.

«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 / 12
---------------------------------	--------------------------

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математические методы в литейном производстве» 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.
- развивать у студентов навыки применения математических методов в моделировании и исследовании моделей с помощью компьютерного эксперимента.
- создавать физические и математические модели технических объектов и процессов литейного производства, в том числе регрессионные.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Математические методы в литейном производстве» относится к БЛОКУ 1, дисциплины обязательной части программы магистратуры.

Дисциплина «Математические методы в литейном производстве» связана со следующими дисциплинами ООП:

- Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении
- Методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач
- Документы по проектированию литейных машин современного производства.

### 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
ОПК-5	Способностью разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	<b>знать:</b> - современные математические модели процессов заливки литейных форм и затвердевания отливки, формирования макро- и микроструктуры и дефектов, математические методы обработки и представления экспериментальных данных, методы планирования эксперимента. <b>уметь:</b> - формулировать задание на разработку и анализ литейной технологии с применением специализированных компьютерных программ для моделирования литейных процессов - уметь анализировать процесс затвердевания отливок и на этой основе прогнозировать структуру и вероятность возникновения

		дефектов. - уметь решать математические задачи, возникающие на этапе анализа опытных данных. <b>владеть:</b> - навыками разработки моделей новых технологических процессов в машиностроении; - навыками получения информации и анализа ее на соответствие современным научным представлениям, а также с точки зрения перспектив использования для усовершенствования литейных технологий;
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единицы, т.е. 180 академических часов (из них 120 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Математические методы в инженерии» изучаются на первом и втором курсах.

**Второй семестр:** лекции – 14 часов, семинарские занятия – 14 часов, (из них 60 часа – самостоятельная работа студентов) форма контроля – зачет.

**Третий семестр:** лекции – 16 часов, семинарские занятия – 16 часов, (из них 60 часа – самостоятельная работа студентов) форма контроля - экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Математические методы в литейном производстве» по срокам и видам работы отражены в приложении.

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины

##### 4.2. Второй семестр

###### Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль математических методов в инженерной практике. Основные этапы развития методов. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

**Основы теплопередачи.** Фундаментальные законы теплопередачи. Уравнение теплопроводности Фундаментальные решения уравнения теплопроводности. Радиационный теплообмен. Конвективный теплообмен.

**Тепловой поток при затвердевании.** Фундаментальные решения . Правило Хворинава. Моделирование температурных полей в кристаллизующейся отливке

**Основные понятия теории разностных схем.** Метод конечных разностей. Понятие о методе конечных элементов.

##### 4.3. Семинарские занятия.

Написание математических моделей затвердевания отливки в технологических процессах литья в кокиль, оболочковые формы, литья под давлением, гипсовые, силиконовые формы.

##### 4.4. Третий семестр

###### Ошибки измерений.

Типы ошибок. Классификация случайных ошибок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Ошибки косвенных измерений.

###### Ошибки измерений.

Классификация ошибок измерения: грубые, систематические, случайные ошибки. Закон распределения случайных ошибок измерения (вероятностная модель, нормальный закон распределения, функция Лапласа, правило «трех сигм»). Закон больших чисел, неравенство и теорема Чебышева, теорема Ляпунова. Оценка истинного значения измеряемой величины. Оценка точности измерений. Использование неравенства Чебышева при построении доверительных интервалов.

#### **Построение и обработка графиков.**

**Аппроксимация и сглаживание экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов.**

Полиномиальная аппроксимация эмпирических данных методом наименьших квадратов: линейная и квадратичная зависимости, общий случай многочлена произвольной степени. Простейшие нелинейные зависимости, спрямляющая замена переменных.

Линейное сглаживание по трем и пяти точкам. Нелинейное сглаживание по семи точкам.

**Численное дифференцирование и интегрирование.** Простейшие формулы численного дифференцирования. Выбор оптимального шага дифференцирования и оценка ошибки. Простейшие квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона.

#### **Основные понятия математического планирования экспериментов.**

Факторы, параметры оптимизации и модели. Планирование эксперимента. Реализация эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Проверка адекватности модели.

#### **4.5. Семинарские занятия.**

Анализ эмпирических распределений. Числовые характеристики выборки. Точечные и доверительные оценки параметров нормально распределенной случайной величины. Предварительная статистическая обработка экспериментальных данных. Линейная парная регрессия. Нелинейная регрессия. Выбор оптимальной степени обобщенного многочлена.

Сглаживание эмпирических данных и численное дифференцирование. Интерполяция данных и численное интегрирование.

### **5. Образовательные технологии**

При реализации различных видов занятий предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (в виде деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, 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 так же 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=5961>  
<https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=7726>

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

1). Для контроля текущего усвоения дисциплины предусмотрены опросы студентов по предыдущему материалу, активность студентов учитывается при проведении экзамена. Варианты контрольных вопросов к экзамену приведены в приложении.

2). Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля

освоения обучающимися разделов дисциплины.

3). При использовании он-лайн курсов (дистанционного образования) текущий контроль и промежуточная аттестация освоения дисциплины проводится с использованием тестирования (банка тестовых заданий).

### 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
ОПК-5	Способностью разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

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).

<b>ОПК-5 - Способность разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</b>				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> -современные математические модели процессов заливки литейных форм и затвердевания отливки, формирования макро- и микроструктуры и дефектов, математические методы обработки и представления экспериментальных данных, методы планирования эксперимента;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать задание на разработку и анализ литейной технологии с применением специализированных компьютерных программ для моделирования литейных процессов</li> <li>- уметь анализировать процесс затвердевания отливок и на этой основе прогнозировать структуру и вероятность возникновения дефектов.</li> <li>- уметь решать математические задачи, возникающие на этапе анализа опытных данных.</li> </ul>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять статистический анализ опытных данных. Не умеет описать физику математической модели техпроцесса.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: статистический анализ опытных данных, описать физику математической модели техпроцесса.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: статистический анализ опытных данных, описать физику математической модели техпроцесса.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: статистический анализ опытных данных, описать физику математической модели техпроцесса. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки моделей новых технологических процессов в машиностроении;</li> <li>- навыками получения информации и анализа ее на соответствие современным научным представлениям, а также с точки зрения перспектив использования для усовершенствования литейных технологий;</li> </ul>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: навыками написания математических моделей новых технологических процессов, техникой метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах.</p>	<p>Обучающийся владеет в неполном объеме, навыками написания математических моделей новых технологических процессов допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах.</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками написания математических моделей новых технологических процессов, проявляется затруднения при владении навыками метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками написания математических моделей новых технологических процессов, свободно владеет навыками метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

			ситуации.	
--	--	--	-----------	--

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет во втором семестре.**

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».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы (прошедшие устный опрос), предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Математические методы в литейном производстве».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенных 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 приведенных 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 промежуточной аттестации: экзамен в третьем семестре.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Математические методы в литейном производстве».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенных 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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные



	учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	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.

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.**

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

### **а). основная литература**

1. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Т.1. Общие положения. Математическое программирование, 264стр., 2012г. <https://e.lanbook.com/book/59652#authors>
2. Очков В.Ф. Mathcad 8 Pro для студентов и инженеров. – М.: Компьютер Пресс, 1999.

### **б). вспомогательная литература**

1. Монастырский В.П. Математическое моделирование процесса направленной кристаллизации, Москва, МГТУ «МАМИ», 2011, 178 с.

### **в) программное обеспечение:**

1. Mathcad Договор/Лицензионное соглашение №1368/CL078381, бессрочно
2. Microsoft Office (Word, Excel, Outlook, PowerPoint) 2003/2007/2010/2013 Договор/Лицензионное соглашение - Microsoft Open License 61984042/64098194/61703595/ бессрочно

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

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

Лекционные аудитории (ав1513, ав1511) кафедры «Машины и технология литейного производства» оснащена мультимедийным проектором (интерактивной доской) для показа видеофильмов, слайдов, презентаций.

Аудитория ав1511 оснащена 10 персональными компьютерами и доступом в интернет. Имеются установленные программы: *MatCAD* и *Microsoft Excel*.

## **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 «Математические методы в литейном производстве» должны соответствовать следующим требованиям:

1. Преподавание должно соответствовать основным принципам коммуникативного подхода.
2. Особое внимание при изложении «Математические методы в литейном производстве» следует уделять математическим моделям процесса затвердевания и охлаждения отливки, компьютерным программам MatCAD, MicrosoftExcel.

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





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**

**«Математические методы в литейном производстве»**

**Составитель:**

Профессор, д.т.н.

Монастырский В.П.

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Математические методы в литейном производстве					
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
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-5	Способностью разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные математические модели процессов заливки литейных форм и затвердевания отливки, формирования макро- и микроструктуры и дефектов, математические методы обработки и представления экспериментальных данных, методы планирования эксперимента.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать задание на разработку и анализ литейной технологии с применением специализированных компьютерных программ для моделирования литейных процессов</li> <li>- уметь анализировать процесс затвердевания отливок и на этой основе прогнозировать структуру и вероятность возникновения дефектов.</li> <li>- уметь решать математические задачи,</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО, Вопросы к зачету, экзаменационные билеты, тестирование (для он-лайн курсов)	<p><b>Базовый уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способен разъяснить основы математического моделирования компьютерных технологий моделирования для оптимизации технологических процессов производства новых материалов;</li> <li>- основы информационных технологий;</li> <li>- основы методов экспериментальных исследований в машиностроении.</li> </ul> <p><b>Повышенный уровень.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способен разъяснить и дополнить основы математического моделирования компьютерных технологий моделирования для оптимизации технологических процессов производства новых материалов;</li> <li>- основы информационных технологий;</li> <li>- основы методов экспериментальных исследований в машиностроении.</li> </ul>

		<p>возникающие на этапе анализа опытных данных.</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки моделей новых технологических процессов в машиностроении;</li> <li>- навыками получения информации и анализа ее на соответствие современным научным представлениям, а также с точки зрения перспектив использования для усовершенствования литейных технологий;</li> </ul>			
--	--	--	--	--	--

Приложение 2а  
к рабочей программе

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Математические методы в литейном производстве»**

№ 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) (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий (вопросов)

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

**Вопросы для устного опроса (собеседования).**

1. Дискретные и непрерывные случайные величины. (ОПК-5)
2. Функция распределения и плотность распределения случайной величины. (ОПК-5)
3. Математическое ожидание и дисперсия. (ОПК-5)
4. Понятия о генеральной совокупности и выборке. (ОПК-5)
5. Эмпирическая функция распределения и ее графическое изображение (гистограмма, полигон). (ОПК-5)

6. Числовые характеристики выборки: эмпирическое среднее, дисперсия, размах выборки, коэффициент вариации, стандартное отклонение. (ОПК-5)
7. Понятие доверительного интервала и доверительной вероятности (надежности оценки). (ОПК-5)
8. Классификация ошибок измерения: грубые, систематические, случайные ошибки. (ПК-9)
9. Нормальный закон распределения (ОПК-5)
10. Оценка истинного значения измеряемой величины. (ОПК-5)
11. Оценка точности измерений. (ОПК-5)
12. Алгоритм (основные этапы) предварительной статистической обработки данных. (ОПК-5)
13. Метод наименьших квадратов. Нормальная система уравнений. (ОПК-5)
14. Предварительная статистическая обработка экспериментальных данных. (ОПК-5)
15. Линейная парная регрессия. (ОПК-5)
16. Нелинейная регрессия. (ОПК-5)
17. Сглаживание эмпирических данных. (ОПК-5)
18. Интерполяция данных и численное интегрирование. (ОПК-5)

### 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)

<b>ОПК-5 Способность разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</b>			
<b>Контролируемый результат обучения</b>	<b>результат</b>	<b>Контролируемые темы (разделы)</b>	<b>Недифференцированный зачет</b>
			<b>Критерии оценивания</b>



	дисциплины	зачтено	не зачтено
<p><b>знать:</b> - основы компьютерных технологий моделирования для оптимизации технологических процессов производства новых материалов; - основы методов экспериментальных исследований в машиностроении.</p> <p><b>уметь:</b> - уметь решать математические задачи, возникающие на этапе анализа опытных данных.</p> <p><b>владеть:</b> - владеть навыками разработки элементов новой техникой технологических процессов в машиностроении - владеть техникой метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах; - владеть методикой подбора оптимальных эмпирических зависимостей;</p>	<p>Математические модели процесса затвердевания и охлаждения отливки. Математическое моделирование течения металла в формах. Случайные события, случайные величины и их математические модели.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>

### Вопросы к зачету

по дисциплине «Математические методы в литейном производстве»  
(наименование дисциплины)

*Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:*

1. Центральная проблема теории формирования отливки. (ОПК-5)
2. Схема процессов затвердевания отливки. (ОПК-5)
3. Математическая модель затвердевания отливки в песчаных формах. (ОПК-5)
4. Упрощение математической модели. (ОПК-5)
5. Обобщенная математическая модель. (ОПК-5)
6. Численные решения математической модели (ОПК-5)
7. Метод конечных разностей. (ОПК-5)
8. Метод конечных элементов. (ОПК-5).
9. Метод конечных объемов. (ОПК-5).
10. Погрешности возникающие при численных решениях.(ОПК-5)
11. Дифференциальные уравнения гидродинамики. (ОПК-5)
12. Уравнения неразрывности паточа несжимаемой жидкости. (ОПК-5)
13. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости Навье-Стокса. (ОПК-5)
14. Уравнения закона сохранения кинетической энергии. (ОПК-5)
15. Математическое описание ламинарного движения, турбулентного движения. (ОПК-5)
16. Дискретные и непрерывные случайные величины. (ОПК-5)
17. Функция распределения и плотность распределения случайной величины. (ОПК-5)
18. Квантили, медиана, мода, моменты непрерывного распределения. Математическое ожидание и дисперсия. Асимметрия и эксцесс. (ОПК-5)
19. Многомерные случайные величины. (ОПК-5)
20. Плотность совместного распределения случайных величин. (ОПК-5)
21. Ковариационная матрица. (ОПК-5)

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

1. Уметь создавать математическую модель затвердевания отливки в песчаных формах. (ОПК-5).
2. Уметь создавать математическую модель затвердевания отливки в кокиле. (ОПК-5).

3. Уметь создавать математическую модель затвердевания отливки в массивной металлической форме при литье под давлением. (ОПК-5).
4. Формулировать условия однозначности для ламинарного течения металла. (ОПК-5)
5. Формулировать условия однозначности для турбулентного течения металла. (ОПК-5)
6. Ориентироваться в применении уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости Навье-Стокса при течении металла. (ОПК-5)
7. Ориентироваться в применении уравнения закона сохранения кинетической энергии при течении металла. (ОПК-5)
8. Уметь подбирать функцию распределения и плотность распределения случайной величины. (ОПК-5)
9. Уметь рассчитывать квантили, медиана, мода, моменты непрерывного распределения. (ОПК-5)
10. Уметь проводить полный статистический анализ опытных данных. (ОПК-5)

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

1. Владеть компьютерной программой MatCAD с целью решения дифференциальных уравнений, интегрирования. (ОПК-5)
2. Владеть компьютерной программой MicrosoftExcel для анализа и моделирования на основе выполнения вычислений и обработки данных. (ОПК-5).

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

<b>ОПК-5 Способность разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</b>					
<b>Контролируемый результат обучения</b>	<b>Контролируемые темы (разделы) дисциплины</b>	<b>Оценочное средство (экзамен)</b>			
		<b>Критерии оценивания</b>			
		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<p><b>знать:</b> - современные математические модели процессов заливки литейных форм и затвердевания отливки, формирования макро- и микроструктуры и дефектов, математические методы обработки и представления экспериментальных данных, методы планирования эксперимента.</p> <p><b>уметь:</b> - формулировать задание на разработку и анализ литейной технологии с применением специализированных компьютерных</p>	<p>Математические модели процесса затвердевания и охлаждения отливки. Математическое моделирование течения металла в формах. Случайные события, случайные величины и их математические модели. Ошибки измерений. Метод наименьших квадратов. Обработка результатов косвенных измерений. Метод наименьших квадратов. Подбор эмпирических формул. Метод</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов. Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять статистический анализ опытных данных. Не умеет описать физику математической модели техпроцесса. Обучающийся не владеет или в</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. Обучающийся демонстрирует</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: статистический анализ опытных данных, описать физику математической</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Основных принципов построения математической модели и обработки экспериментов, свободно оперирует приобретенными знаниями. Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: статистический анализ опытных данных, описать физику математической модели</p>

<p>программ для моделирования литейных процессов</p> <p>- уметь анализировать процесс затвердевания отливок и на этой основе прогнозировать структуру и вероятность возникновения дефектов.</p> <p>- уметь решать математические задачи, возникающие на этапе анализа опытных данных.</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>- навыками разработки моделей новых технологических процессов в машиностроении;</p> <p>- навыками получения информации и анализа ее на соответствие современным научным представлениям, а также с точки зрения перспектив использования для усовершенствования литейных технологий;</p>	<p>наименьших квадратов.</p> <p>Стохастические зависимости.</p> <p>Сглаживание эмпирических данных и численное дифференцирование.</p> <p>Интерполяция и экстраполяция.</p> <p>Численное интегрирование.</p>	<p>недостаточной степени владеет: навыками написания математических моделей новых технологических процессов, техникой метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах, методами получения статистических оценок и проверки статистических гипотез.</p>	<p>неполное соответствие следующих умений: статистический анализ опытных данных, описать физику математической модели техпроцесса.</p> <p>Обучающийся владеет в неполном объеме, навыками написания математических моделей новых технологических процессов допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах, методами получения статистических оценок и проверки статистических гипотез.</p>	<p>модели техпроцесса.</p> <p>Обучающийся частично владеет навыками написания математических моделей новых технологических процессов, проявляется затруднения при владении навыками метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах, методами получения статистических оценок и проверки статистических гипотез. допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>техпроцесса.</p> <p>Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p> <p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками написания математических моделей новых технологических процессов, свободно владеет навыками метода наименьших квадратов в линейном и нелинейном вариантах, методами получения статистических оценок и проверки статистических гипотез. свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
---	---	--	--	--	--

### Вопросы к экзамену

по дисциплине «Математические методы в литейном производстве»

(наименование дисциплины)

*Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:*

1. Математическая модель затвердевания отливки в песчаных формах. (ОПК-5)
2. Упрощение математической модели. Обобщенная математическая модель. (ОПК-5)
3. Численные решения математической модели. (ОПК-5)
4. Метод конечных разностей. (ОПК-5)
5. Метод конечных элементов. (ОПК-5)
6. Метод конечных объемов. (ОПК-5)
7. Погрешности возникающие при численных решениях. (ОПК-5)
8. Дискретные и непрерывные случайные величины. (ОПК-5)
9. Функция распределения и плотность распределения случайной величины. (ОПК-5)

10. Математическое ожидание и дисперсия.(ОПК-5)
11. Понятия о генеральной совокупности и выборке. (ОПК-5)
12. Эмпирическая функция распределения и ее графическое изображение (гистограмма, полигон). (ОПК-5)
13. Числовые характеристики выборки: эмпирическое среднее, дисперсия, размах выборки, коэффициент вариации, стандартное отклонение. (ОПК-5)
14. Понятие доверительного интервала и доверительной вероятности (надежности оценки). (ОПК-5)
15. Классификация ошибок измерения: грубые, систематические, случайные ошибки. (ОПК-5)
16. Нормальный закон распределения. (ОПК-5)
17. Оценка истинного значения измеряемой величины. (ОПК-5)
18. Оценка точности измерений. (ОПК-5)
19. Алгоритм (основные этапы) предварительной статистической обработки данных.( ОПК-5)
20. Метод наименьших квадратов. Нормальная система уравнений. (ОПК-5)
21. Предварительная статистическая обработка экспериментальных данных. (ОПК-5)
22. Линейная парная регрессия. (ОПК-5)
23. Нелинейная регрессия. (ОПК-5)
24. Сглаживание эмпирических данных.(ОПК-5)
25. Интерполяция данных и численное интегрирование.(ОПК-5)

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

1. Решение дифференциальных уравнений, в том числе и численными методами. (ОПК-5)
2. Построение двумерных и трёхмерных графиков функций (в разных системах координат, контурные, векторные и т. д.). (ОПК-5)
3. Использование греческого алфавита как в уравнениях, так и в тексте. (ОПК-5)
4. Выполнение вычислений в символьном режиме. (ОПК-5)
5. Выполнение операций с векторами и матрицами. (ОПК-5)
6. Символьное решение систем уравнений. (ОПК-5)
7. Аппроксимация кривых. (ОПК-5)
8. Выполнение подпрограмм. (ОПК-5)
9. Поиск корней многочленов и функций. (ОПК-5)
10. Проведение статистических расчётов и работа с распределением вероятностей. (ОПК-5)
11. Поиск собственных чисел и векторов. (ОПК-5)
12. Вычисления с единицами измерения. (ОПК-5)
13. Интеграция с САПР-системами, использование результатов вычислений в качестве управляющих параметров. (ОПК-5)

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

1. Для чего предназначена функция СРЗНАЧ. (ОПК-5)
2. С помощью каких характеристик оценивают разброс статистических данных. Какие функции в Excel их вычисляют. В чем отличие функции оценки разброса данных для генеральной и выборочной совокупности. (ОПК-5)
3. В чем отличие функций СЧЕТ и СЧЕТЗ. (ОПК-5)
4. Что такое мода и какая функция ее вычисляет. (ОПК-5)
5. Что такое медиана и какая функция ее вычисляет. (ОПК-5)
6. Как вычислить размах варьирования. (ОПК-5)
7. С помощью каких характеристик оценивают отклонение случайного распределения от нормального. Какой смысл этих характеристик и какие функции в Excel их вычисляют. (ОПК-5)
8. Что такое Инструменты Анализа. Как загрузить Пакет Анализа в Excel. (ОПК-5)
9. Опишите последовательность действий, которые необходимо совершить для генерации случайных чисел распределенных нормально. (ОПК-5)
10. Как построить гистограмму. (ОПК-5)
11. Для чего предназначен инструмент Описательная статистика. (ОПК-5)
12. Что называется полигоном частот и полигоном относительных частот. (ОПК-5)

## Форма экзаменационного билета

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

---

Факультет «Машиностроение» Кафедра «МиТЛП»  
*полное наименование факультета* *сокращенное наименование кафедры*  
Дисциплина «Математические методы в литейном производстве»  
*полное наименование дисциплины*  
Направление подготовки (специальность) 15.04.01 «Машиностроение»  
*код и наименование направления подготовки*  
Курс 1, группа 194-225, форма обучения очная

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Математическая модель затвердевания отливки в песчаных формах.
2. Аппроксимация кривых.
3. Опишите последовательность действий, которые необходимо совершить для генерации случайных чисел распределенных нормально.

Утверждено на заседании кафедры «    » \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол №     .

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / В.В.Солохненко /  
*подпись* *расшифровка*

---

К комплекту экзаменационных билетов прилагаются разработанные преподавателем и утвержденные на заседании кафедры критерии оценивания по дисциплин