

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт технологии и инженерной механики  
Кафедра цифровых технологий и машин в литейном производстве**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор института технологий и  
инженерной механики

 Могильная Е. П.

«18» 04 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Математическая теория эксперимента и статистическая обработка  
результатов научных исследований»**

по научной специальности: 2.6.3 Литейное производство

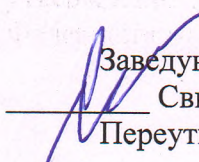
## Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины по научной специальности 2.6.3 Литейное производство. – 13 с.

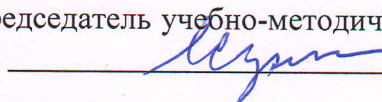
Рабочая программа педагогической практики по научной специальности 2.6.3 Литейное производство составлена с учетом Федеральных государственных требований в структуре программ подготовки научных и научно педагогических кадров в аспирантуре, утвержденных Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951; Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (с изменениями и дополнениями); Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122.

### СОСТАВИТЕЛИ:

Рабочая программа практики утверждена на заседании кафедры цифровых технологий и машин в литейном производстве «11» 04 2023 г., протокол № 10

 Заведующий кафедрой цифровых технологий и машин в литейном производстве  
Свиноров Ю. А.  
Переутверждена: «  »    20   г., протокол №   

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологии и инженерной механики «18» 04 2023 года, протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института технологии и инженерной механики  Ясуник С. Н.

## **Структура и содержание дисциплины**

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

Целью изучения дисциплины «Математическая теория эксперимента и статистическая обработка результатов научных исследований», является совершенствование самостоятельной научно-исследовательской коммуникативной компетенции аспирантов, необходимой для осуществления их научной и профессиональной деятельности, позволяющей им использовать научные методы в процессе исследований. Расширение и углубление научно-исследовательской подготовки в составе других базовых и вариативных дисциплин в соответствии с требованиями, установленными государственными образовательными стандартами.

Задачи: изучение научных подходов с активным применением математической теории эксперимента, математических методов и моделей в теоретических и прикладных исследованиях при создании и осуществлении технологических процессов производства отливок любой сложности из различных видов сплавов. Подготовка аспиранта к научно исследовательской работе, защите выпускной квалификационной работы. Развитие социально-воспитательного компонента учебного процесса.

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

Дисциплина «Математическая теория эксперимента и статистическая обработка результатов научных исследований» относится входит в вариативную часть учебного плана по программе аспирантуры по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов направленности Литейное производство.

Содержание дисциплины является логическим продолжением, углублением и обогащением знаний дисциплин профессиональной направленности, освоенных аспирантами в процессе подготовки по программам, предшествующим обучению в аспирантуре.

Служит основой для подготовки к сдаче кандидатского экзамена и выполнения выпускной квалификационной работы аспиранта.

### **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Математическая теория эксперимента и статистическая обработка результатов научных исследований», должны:

Знать:

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

- содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда;

- интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии;

- методы планирования и организации экспериментов при испытаниях материалов; методы и алгоритмы обработки результатов научно-исследовательских работ; методы и порядок обработки результатов исследовательской работы; НТД и требования к оформлению научно-технических отчетов;

- современные технологии производства материалов и изделий; понятия и правила связанные с проведением технологических экспериментов; - теоретические и экспериментальные методы исследования структуры (типа, количества и распределения дефектов кристаллического строения) на физические, механические, технологические и эксплуатационные свойства литейных сплавов;

- основные типы современных конструкционных и функциональных металлических материалов и композитов;

- новые принципы создания материалов, обладающих заданным комплексом свойств, а также для работы в экстремальных условиях.

Уметь:

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;

- следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках;

- формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей;

- использовать естественнонаучных, на общих практике интегрированные знания профессионально-ориентирующих специальных дисциплин для понимания проблем;

- осуществлять сбор научно-технической информации по тематике исследовательской работы для составления обзоров, отчетов, научных публикаций и докладов; представить информацию по НИР специалистам и неспециалистам, составлять отчёты с использованием прикладного программного обеспечения;

- оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий;

- выполнять теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и распределения дефектов кристаллического строения) на физические, механические, эксплуатационные свойства литейных сплавов; технологические и

- выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии; способностью и готовностью разрабатывать новые принципы создания материалов, обладающих заданным комплексом свойств, а также для работы в экстремальных условиях;

- разрабатывать новые принципы создания материалов, обладающих заданным комплексом свойств, а также для работы в экстремальных условиях.

Владеть:

- анализа методологических проблем, возникающих при решении;

- анализа научных текстов на государственном и иностранном языках;

- приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач;

- навыками прогнозирования свойств материалов, используя при этом универсальные уравнения эквивалентных регрессии, концентраций; методы приведенных или навыками системного подхода к конструированию материалов с заданными свойствами путем управления их структурой в процессе получения и обработки;

- навыками составления отчетов по выполненному заданию; оформления научно-технических отчетов, подготовки презентаций и научно-технических публикаций;

- навыками иметь опыт деятельности: оптимизации технологии производства; иметь опыт деятельности: проведения технологических экспериментов и исследований процессов, агрегатов и продукции для их совершенствования;

- способностью и готовностью выполнять теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и распределения дефектов кристаллического строения) на физические, механические, технологические и эксплуатационные свойства литейных сплавов;

- новым направлением в литейном производстве – созданием и конструированием новых литейных сплавов технологий производства отливок, а также методами их контроля их структуры и свойств с использованием информационных технологий; способностью и готовностью разрабатывать новые принципы создания материалов, обладающих заданным комплексом свойств, а также для работы в экстремальных условиях.

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

##### **4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы**

| Вид учебной работы             | Объем часов |
|--------------------------------|-------------|
|                                | Очная форма |
| Общая учебная нагрузка (всего) | 108         |

|                                                                                                                                                                                                                               |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                                                                                                                                                                                                                               | <b>(3 зач. ед)</b> |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:</b>                                                                                                                                                          |                    |
| Лекции                                                                                                                                                                                                                        | 12                 |
| Семинарские занятия                                                                                                                                                                                                           |                    |
| Практические занятия                                                                                                                                                                                                          | 24                 |
| Лабораторные работы                                                                                                                                                                                                           |                    |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                                                                                                                                                                             |                    |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.) |                    |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>                                                                                                                                                                                         | <b>72</b>          |
| Форма аттестации                                                                                                                                                                                                              | зачет              |

#### **4.2. Содержание разделов дисциплины**

**Тема 1.** Вводная часть, обзор: цели и задачи курса, основные понятия и положения. Классификация задач математического моделирования, оптимизации. Общая постановка задачи планирования оптимальных экспериментов при исследовании металлургических процессов. Классификация задач математико-статистического моделирования. Общая постановка задач оптимизации.

**Тема 2.** Математическая теория эксперимента. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Основные свойства матрицы планирования ПФЭ. Таблица условий проведения эксперимента. Определение коэффициентов модели в ПФЭ. Дробный факторный эксперимент. Оптимизация объектов исследования поисковыми методами. Оптимизация многофакторных объектов. Особенности оптимизации объектов при наличии нескольких экстремумов. Общие представления о планах второго порядка. Симметричные композиционные ортогональные планы. Математические модели, методы построения моделей литейных процессов и технологий.

**Тема 3.** Статистическая обработка результатов экспериментов. Случайные величины и их законы распределения, нормальный закон распределения. Основные свойства нормального закона распределения случайных ошибок. Определение статистических характеристик распределения случайных величин. Определение характеристик рассеивания взвешенных и посредственных измерений.

**Тема 4.** Планирование эксперимента. Основные виды экспериментальных исследований. Поиск оптимальных условий. Факторы и параметры оптимизации. Постановка задачи при планировании эксперимента. Построение таблицы условий проведения экспериментов.

#### 4.3. Лекции

| № п/п  | Название темы                                                           | Объем часов |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|-------------|
|        |                                                                         | Очная форма |
| 1      | Вводная часть, обзор: цели и задачи курса, основные понятия и положения | 2           |
| 2      | Математическая теория эксперимента                                      | 3           |
| 3      | Статистическая обработка результатов экспериментов                      | 3           |
| 4      | Практическое применение                                                 | 4           |
| Итого: |                                                                         | 12          |

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

| № п/п  | Название темы                                                                                                                                                                                                                               | Объем часов |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|        |                                                                                                                                                                                                                                             | Очная форма |
| 1      | Методология научного эксперимента: наблюдения, эксперимент, измерения, системы единиц, плотность вероятности и функция нормального распределения при различных сочетаниях параметров. Погрешности и ошибки, виды распределения погрешностей | 12          |
| 2      | Представление результатов измерений, статистическая обработка результатов экспериментов.                                                                                                                                                    | 12          |
| Итого: |                                                                                                                                                                                                                                             | 24          |

#### 4.5. Лабораторные работы *не предусмотрены учебным планом*

#### 4.6. Самостоятельная работа

| № п/п | Название темы                                                                                                                      | Вид СРС                                    | Объем часов |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|
|       |                                                                                                                                    |                                            | Очная форма |
| 1     | Информационные источники по курсу «Математическая теория эксперимента и статистическая обработка результатов научных исследований» | Работа с информационными источниками       | 2           |
| 2     | Основные понятия и курса                                                                                                           | Поиск, анализ, структурирование и изучение | 8           |

|   |                                                                                                                                                                                            |                                             |   |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---|
|   | «Математическая теория эксперимента и статистическая обработка результатов научных исследований»: глоссарий, определения, вариации толкований, принципы, оперирование понятийным аппаратом | информации по темам.<br>Подготовка к зачету |   |
| 3 | Понятие научного эксперимента: определения, толкование, виды, планирование, проведение, математическая обработка результатов, обсуждение результатов, формулировка выводов.                |                                             | 8 |
| 4 | Математические модели, методы построения моделей литейных процессов и технологий                                                                                                           |                                             | 8 |
| 5 | Структура компьютерных моделей в литейном производстве.                                                                                                                                    |                                             | 8 |
| 6 | Физические процессы литейного производства и их типовые модели.                                                                                                                            |                                             | 8 |
| 7 | Экспериментальное исследование процессов плавки литейных сплавов                                                                                                                           |                                             | 8 |
| 8 | Экспериментальное исследование                                                                                                                                                             |                                             | 8 |

|               |                                                                                                                    |  |           |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|
|               | основных физико-химических процессов формообразования литейных форм и стержней.                                    |  |           |
| 9             | Экспериментальное исследование процессов кристаллизации.                                                           |  | 8         |
| 10            | Экспериментальное исследование формирования прочности литейного стержня.<br>Особенности свойств литейных стержней. |  | 6         |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                                    |  | <b>72</b> |

## **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное решение студентом познавательных задач;
- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;
- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- комбинированный контроль (устный или письменный) усвоения теоретического материала;

- рефераты;
- практические задания.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и выполнение упражнений) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, выполнения упражнений и пр.).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

| Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Шкала оценивания |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Аспирант глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на поставленные вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. | зачтено          |
| Аспирант знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                                   |                  |
| Аспирант знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                                 |                  |
| Аспирант не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Аспирант отказывается от ответов на дополнительные вопросы.                                       | не зачтено       |

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

### **а) основная литература:**

1. Математические методы и модели в научных исследованиях и профессиональной деятельности: [учеб. пособие] / Е. А. Борисова, Т. А. Чебунькина ; М-во образования и науки РФ, Костромской гос. ун-т. - Кострома: КГУ, 2017. - 187 с.

2. Литейное производство: учеб. / В.Д. Белов [и др.]; под общ. ред. В.Д. Белова. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: изд. Дом МИСиС, 2015. – 487с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Бекряев В.И. Основы теории эксперимента, учебное пособие - СПб.:Изд. РГГМУ, 2011-266с.

2. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. - 3-е изд. - Москва :Издательско торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 644 с.

3. Яковлев, С.В. Теория систем и системный анализ : учебное пособие /С.В. Яковлев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «СевероКавказский федеральный университет». - 2-е изд., перераб. и доп. -Ставрополь : СКФУ, 2014. - 354 с.

4. Бутакова, модели и методы моделирования : учеб. пособие / , ; ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д : [б. и.], 2017. - 69 с.

5. Основы математической теории планирования эксперимента [Текст] : учебно-метод. пособие / , [и др.] ; ФГБОУ ВПО РГУПС, ФГБОУ ВПО ДГТУ. - Ростов н/Д : [б. и.], 2014.

### **Интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная <https://www.studmed.ru>

**Информационный ресурс система «StudMed.ru» библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Математическая теория эксперимента и статистическая обработка результатов научных исследований» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

| <b>Функциональное назначение</b> | <b>Бесплатное программное обеспечение</b> | <b>Ссылки</b>                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Офисный пакет                    | Libre Office 6.3.1                        | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>                                                              |
| Операционная система             | UBUNTU 19.04                              | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                                                                                          |
| Браузер                          | Firefox Mozilla                           | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>                                                                                                                                                   |
| Браузер                          | Opera                                     | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>                                                                                                                                                                                   |
| Почтовый клиент                  | Mozilla Thunderbird                       | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                                                                                 |
| Файл-менеджер                    | Far Manager                               | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>                                                                                                                                               |
| Архиватор                        | 7Zip                                      | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>                                                                                                                                                                                 |
| Графический редактор             | GIMP (GNU Image Manipulation Program)     | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF                     | PDFCreator                                | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>                                                                                                                                                       |
| Аудиоплеер                       | VLC                                       | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>                                                                                                                                                                   |