

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра промышленного и художественного литья

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и  
инженерной механики  
 Е.П. Могильная  
«16» 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

По дисциплине «Технология литейного производства»

По направлению подготовки: 22.03.02, Металлургия

Профиль подготовки «Литейное производство чёрных и цветных металлов и сплавов»

Луганск 2020

## Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология литейного производства» по направлению подготовки 22.03.02, Металлургия – 13 с.

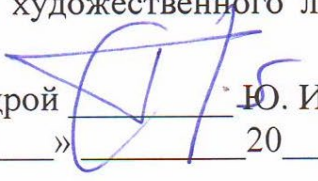
Рабочая программа учебной дисциплины «Технология литейного производства» составлена с учётом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «4» декабря 2015 года № 1427.

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология литейного производства» составлена на основе ГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утверждённого приказом Министерства образования и науки ЛНР от «21» августа 2018 года № 782-од, зарегистрированным в Министерстве юстиции ЛНР от «06» сентября 2018 года за № 504/2148, учебного плана по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (профиль «Литейное производство чёрных и цветных металлов и сплавов») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ГОУ ВПО «ЛНУ им. В. ДАЛЯ».

### СОСТАВИТЕЛЬ:

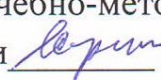
к.т.н., доцент кафедры промышленного и художественного литья  
Голофаев А. Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры промышленного и художественного литья « 8 » 09 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой  Ю. И. Гутько

Переутверждена: «     »     20     г., протокол №    

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики « 16 » 09 2020 г., протокол № 1

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

© Голофаев А. Н., 2020 год

© ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2020 год

## **Структура и содержание дисциплины**

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

Целью изучения дисциплины «Технология литейного производства» является изучение технологических процессов изготовления в песчаных формах отливок заданного качества с минимальной стоимостью для различных отраслей промышленности.

Задачи: научить производить анализ технологичности детали, выбирать способ формообразования и разрабатывать технологический процесс изготовления отливки.

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

Дисциплина «Технология литейного производства» относится к профессиональному циклу базовых дисциплин и направлена на освоение студентами знаний о процессах литейного производства; строении, свойствах и требованиях к связующим материалам, краскам; умении определять технологические свойства металлов и сплавов, способах получения заготовки из металлов и сплавов; навыков анализа технологичности получения литых заготовок.

Данная дисциплина основывается на базе дисциплин: «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии и автоматизация в металлургии», «Литейное материаловедение», «Структура, свойства и обработка материалов», «Технология получения первичных материалов для литейного производства».

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Специальные виды литья», «Оборудование литейных цехов», «Проектирование литейных цехов», выполнении выпускной квалификационной работы.

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

Студенты, завершившие изучение дисциплины Технология литейного производства, должны

знать:

теоретические основы литейных процессов; методику проектирования технологических процессы производства литых заготовок;

методы моделирования физических, химических и технологических процессов литейного производства;

технологические процессы и переделы в литейном производстве;

уметь:

применять инженерные методы расчётов при разработке технологических процессов литья;

выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов литейного производства;

учитывать все переделы при проектировании литейных технологий;  
владеть:

навыками выполнять расчеты с применением современных технических средств; использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов;

способностью использовать процессный подход.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих профессиональных компетенций (в соответствии с государственными образовательными стандартами ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ООП)):

*общепрофессиональных:*

готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4);

*профессиональных:*

- способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5);

- способностью использовать процессный подход (ПК-7).

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                                                                     | Объем часов (зач. ед.) |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                        | Очная форма            | Заочная форма        |
| Общая учебная нагрузка (всего)                                                                                                                                                                                                         | 324<br>(9.0 зач. ед)   | 324<br>(9.0 зач. ед) |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)<br/>в том числе:</b>                                                                                                                                                               | <b>170</b>             | <b>22</b>            |
| Лекции                                                                                                                                                                                                                                 | 68                     | 6                    |
| Семинарские занятия                                                                                                                                                                                                                    | -                      | -                    |
| Практические занятия                                                                                                                                                                                                                   | 34                     | 8                    |
| Лабораторные работы                                                                                                                                                                                                                    | 68                     | 8                    |
| Курсовой проект (7 семестр)                                                                                                                                                                                                            | 36                     |                      |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> ) | -                      | -                    |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>                                                                                                                                                                                         | <b>154</b>             | <b>302</b>           |
| Итоговая аттестация                                                                                                                                                                                                                    | Зачёт/экзамен          | Зачёт/экзамен        |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### **Семестр 5**

Тема 1. Технологический процесс производства литых заготовок.

Сущность технологического процесса производства литых заготовок. Литейные свойства сплавов. Литейная форма и её элементы. Разновидности литейных форм.

Тема 2. Формовочные материалы.

Наполнители смесей. Связующие материалы. Вспомогательные материалы. Формовочные смеси. Регенерация отработанных смесей.

Тема 3. Способы изготовления разовых форм и стержней.

Способы уплотнения смесей. Способы упрочнения смесей. Ручная формовка. Машинная формовка. Изготовление форм и стержней из холоднотвердеющих смесей. Изготовление форм и стержней из горячетвердеющих смесей. Наливная формовка.

### **Семестр 6**

Тема 4. Сборка, заливка форм, охлаждение отливок.

Подготовка полуформ и стержней к сборке. Соединение полуформ и расчёт скрепления полуформ. Заливочные устройства. Режимы заливки форм. Выбивка и обрубка отливок. Термическая обработка отливок.

Тема 5. Контроль качества отливок.

Механические и физико-химические процессы в форме. Дефекты отливок и меры их предупреждения. Способы контроля качества отливок.

Тема 6. Проектирование технологического процесса изготовления отливок.

Системный подход и системное проектирование. Выбор способа формообразования отливок. Правила нанесения элементов литейной формы на чертеж детали. Составление комплекта документов на технологические процессы литья.

## 4.3. Лекции

| № п/п | Название темы                                         | Объем часов |               |
|-------|-------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|       |                                                       | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Технологический процесс производства литых заготовок. | 12          | 1             |
| 2     | Формовочные материалы                                 | 14          | 1             |
| 3     | Способы изготовления разовых форм и стержней.         | 14          | 1             |
| 4     | Сборка, заливка форм, охлаждение отливок.             | 8           | 1             |
| 5     | Контроль качества отливок.                            | 4           | 1             |

|               |                                                                |           |          |
|---------------|----------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| 6             | Проектирование технологического процесса изготовления отливок. | 16        | 1        |
| <b>Итого:</b> |                                                                | <b>68</b> | <b>6</b> |

#### 4.4. Практические занятия

| № п/п         | Название темы                                                                                                                                                  | Объем часов |               |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|               |                                                                                                                                                                | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Выдается реальный чертеж детали. Назначить способ формообразования. Оценка технологичности конструкции детали. Сделать технологичную конструкцию и описать ее. | 2           | 1             |
| 2             | Выбор состава формовочной и стержневой смеси                                                                                                                   | 2           | 1             |
| 3             | Расчет скрепления полуформ в собранной форме и методы скрепления полуформ                                                                                      | 2           | 1             |
| 4             | Выбрать способ заливки, выбивки, обрубки и очистки отливки                                                                                                     | 4           | 1             |
| 5             | Указать возможные дефекты и способы контроля качества отливки.                                                                                                 | 2           | 1             |
| 6             | Нанесение элементов литейной формы на чертеж детали по ГОСТ 3.1125-88 (определить припуски, уклоны, знаки стержней, расчёт лс )                                | 20          | 2             |
| 7             | Разработка чертежа формы в сборе                                                                                                                               | 2           | 1             |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                                                                                | <b>34</b>   | <b>8</b>      |

#### 4.5. Лабораторные работы

| № п/п | Название темы                                                                | Объем часов |               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|       |                                                                              | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Изготовление форм по постоянным моделям                                      | 12          | 2             |
| 2     | Определение марки формовочного песка                                         | 12          | 1             |
| 3     | Определение основных технологических свойств формовочных и стержневых смесей | 8           | 1             |
| 4     | Определение дефектов на реальной отливке                                     | 4           | 1             |

|               |                                                           |           |          |
|---------------|-----------------------------------------------------------|-----------|----------|
| 5             | Изготовление форм вакуумно-пленочной формовкой            | 8         | 1        |
| 6             | Изготовление форм с использованием газифицируемых моделей | 16        | 1        |
| 7             | Исследование температурных полей отливки в песчаной форме | 8         | 1        |
| <b>Итого:</b> |                                                           | <b>68</b> | <b>8</b> |

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

| №<br>п/п      | Название темы                                                  | Вид СРС                                                                                                                                                                        | Объем часов |               |
|---------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|               |                                                                |                                                                                                                                                                                | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Практические работы №1-7<br>Лабораторные работы №1-7           | Подготовка к практическим и лабораторным занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов                                                             | 24          | 24            |
| 2             | Технологический процесс производства литых заготовок.          | Самостоятельный поиск источников информации, анализ, структурирование, изучение информации, подготовка сообщений, рефератов, выполнение индивидуального (контрольного) задания | 4           | 4             |
| 3             | Формовочные материалы                                          |                                                                                                                                                                                | 4           | 4             |
| 4             | Способы изготовления разовых форм и стержней.                  |                                                                                                                                                                                | 4           | 4             |
| 5             | Сборка, заливка форм, охлаждение отливок.                      |                                                                                                                                                                                | 4           | 4             |
| 6             | Контроль качества отливок.                                     |                                                                                                                                                                                | 4           | 4             |
| 7             | Проектирование технологического процесса изготовления отливок. | Чертёж детали с элементами литейной формы, чертёж формы в сборе                                                                                                                | 74          | 156           |
| 8             | Курсовой проект                                                | Курсовой проект                                                                                                                                                                | 36          | 102           |
| <b>Итого:</b> |                                                                |                                                                                                                                                                                | <b>154</b>  | <b>302</b>    |

#### 4.7. Курсовой проект

Цель курсового проекта – подготовить студента к разработке технологического процесса изготовления отливки при работе в должности технолога.

При выполнении курсового проекта студент применяет знания за предшествующий период обучения (литейные сплавы, теплопередача, гидравлика и т.д.) и увязывает теоретические сведения с решением практических задач. Курсовой проект подготавливает студента к выполнению дипломного проекта.

Примерная тема курсового проекта: ”Разработать технологию изготовления отливки кожуха заднего моста трактора МТЗ-5. Материал-СЧ18, масса отливки 45 кг. Серийность – массовое производство.

Курсовой проект состоит из графической части и пояснительной записки к нему. Графическая часть включает чертежи детали с элементами литейной

формы, собранной формы, модельной плиты (или модели), стержневого ящика и формы в сборе.

Пояснительная записка содержит краткое описание условий службы детали на тракторе; анализ технологичности отливки; технические условия на отливку; сведения о базах механической обработки или разметки; анализ возможных вариантов разъема формы; положение отливки при заливке, границы и число стержней; конструкции знаков; способ сборки и обоснование выбранного варианта; припуски на механическую обработку и допуски на размеры отливки по ГОСТ 26645-85. Данные о способе формовки и типе машины, размеры опок, расположение моделей на плите или в опоке. Требования к формовочным материалам, их состав и свойства. Указания о местах установки холодильников, прибылей. Расчет литниковой системы и прибылей на ЭВМ. Сведения о процессе изготовления стержней, типе машины. Требования к стержневым смесям, к их составу и свойствам, описание технологической оснастки, указания о базах для контроля стержней и базах в форме для установки стержней; описание последовательности операций при формовке и сборке. Расчет груза, характеристики способов заливки и типа заливочного устройства; расчет времени охлаждения отливки в форме до заданной температуры; данные о способе выбивки, очистки, обрубки, термической обработки, указания о возможных видах брака, способах исправления, методах контроля отливки. Составить комплект документов получения отливки с помощью ЭВМ.

## **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

При изучении дисциплины технологии литейного производства используются *информационные технологии*: электронный конспект,

методические указания к практическим и лабораторным работам размещенный во внутренней сети, мультимедийные фильмы «Изготовление разовых форм, Литейные цеха ПАО ЛЛМЗ, «Стальцех». Проведение экскурсий на Литейномеханический завод. При изучении темы «Изготовление разовых форм» предоставляется вся модельноопочная оснастка, по которой студент самостоятельно изготавливает литейную форму и производит её заливку алюминиевыми сплавами. По теме «Проектирование литейной технологии» предоставляются необходимые ГОСТы и электронные варианты уже разработанных проектов в заводских условиях.

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

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

- комбинированный контроль усвоения теоретического материала;
- контрольные работы (заочная форма обучения);
- курсовой проект;
- практические работы (тестирование);
- лабораторные работы;
- рефераты.

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 экзамена, зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

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

| Шкала оценивания | Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Зачеты  |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| отлично (5)      | Студент 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 вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. | зачтено |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| хорошо (4)              | Студент 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.            |            |
| удовлетворительно (3)   | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие 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.          |            |
| неудовлетворительно (2) | Студент 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. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы. | не зачтено |

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

### **а) основная литература:**

1. Голофаев А. Н. Технология литейного производства: В 2-х частях. Ч. I. Литьё в песчаные формы. Учебное пособие. Электронный ресурс. – Луганск: ЛНУ им. В Даля, 2018. – 290 с.
2. Голофаев А. Н., Гутько Ю. И. Технология литейного производства: ЧII. Проектирование литейной технологии: Учебное пособие. Электронный ресурс. – Луганск: ЛНУ им. В Даля, 2018. – 256 с.
3. Лабораторные работы по технологии литейного производства: Учебн. пособие/ А. В. Курдюмов и др. – 2-изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
4. Формовочные материалы и смеси / С.П. Дорошенко и др. – К.: Вища школа., 1981. – 318с.
5. Ветишка А. и др. теоретические основы литейной технологии. – К.: Вищашк., 1981. – 318с.
6. Жуковский С.С. Прочность литейной формы. – М.: Машиностроение, 1989.- 288 с.

7. Технология литейного производства: Литьё в песчаные формы: Учебник для студ. высш. учеб.заведений /А. П. Трухов, Ю. А. Сорокин, М. Ю. Ершов и др.; Под. ред. А. П. Трухова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 528 с. ISBN 5-7695-1757-3.

**б) дополнительная литература:**

1. Степанов Ю.А. Литье по газифицируемым моделям. – М.: Машиностроение, 1976, - 280 с.

2. ГОСТ 3.1401-85. Формы и правила оформления документов на технологические процессы литья. – М.: Изд. Стандартов, 1985. – 35 с.

**в) методические указания:**

1. Программа, методические указания и контрольные работы по курсу «Технология литейного производства» (для студентов заочной формы обучения) по направлениям подготовки 22.03.02. Metallургия и 15.03. 01. Машиностроение) /Сост. А.Н. Голофаев. – Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2019. - 24 с. .

2. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология литейного производства» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02. Metallургия и 15.03. 01. Машиностроение/ Сост.: А. Н. Голофаев. - Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2019. - 35 с.

3. Методические указания к выполнению лабораторной работы №10 по дисциплине «Технология литейного производства» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02. Metallургия и 15.03. 01. Машиностроение / Составитель. А. Н. Голофаев, А. Афошин. – Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2019. - 15 с.

4. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Технология литейного производства» Ч2 (проектирование литейной технологии) для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.02. Metallургия и 15.03. 01. Машиностроение / Составитель. А.Н. Голофаев. – Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2019. - 32 с.

**г) Интернет-ресурсы:**

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

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

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

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

ГОСТы и стандарты– <https://standartgost.ru/>

Российская Ассоциация Литейщиков – <http://www.ruscastings.ru/>

## Электронные библиотечные системы и ресурсы

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

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» –  
<https://www.studmed.ru>

## Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

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

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Технология литейного производства» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

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

Программное обеспечение:

К лабораторным работам №№ 1-5 используются комплекты моделей, стержневых ящиков, опоки, формовочный инструмент; методические указания по формовке, плавильные печи.

На лекционных занятиях используется мультимедийный проектор для показа фильмов по литейному производству, набор кинофильмов по технологии литейного производства на электронных носителях и кинолентах - 5 шт, экран, компьютер.

Лабораторные работы проводятся в специальных аудиториях:

| Наименование учебного помещения | Номер помещения                                | Оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Кол-во экземпляров                                                       |
|---------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Лаборатория технологии литья    | 228 ауд., 132 ауд., 4 корпус и 8 ауд. 3 корпус | 1. Столы учебные двухместные<br>2. Стол преподавательский<br>3. Стулья<br>4. Доска учебная<br>5. Бегуны лабораторные<br>6. Прибор для ситового анализа песков<br>7. Прибор для определения глинистых<br>8. Прибор для определения осыпaeмости<br>9. Прибор для определения деформации формы при нагреве.<br>10. Прибор для определения сырой прочности.<br>11. Прибор для определения сухой прочности.<br>12. Лабораторный копер<br>13. Прибор для определения влажности | 14<br>1<br>32<br>1<br>2<br>2<br>1<br>1<br>1<br>2<br>2<br><br>2<br>2<br>2 |

|  |  |                                       |   |
|--|--|---------------------------------------|---|
|  |  | 14. Печь тигельная.                   | 2 |
|  |  | 15. Весы лабораторные                 | 2 |
|  |  | Установка вакуумно-плёночной формовки |   |

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение    | Ссылки                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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                   | FirefoxMozilla                        | <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           | MozillaThunderbird                    | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                                                                                 |
| Файл-менеджер             | FarManager                            | <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>                                                                                                                                                                   |