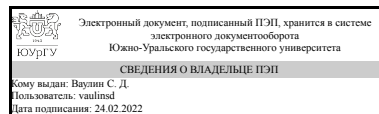


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



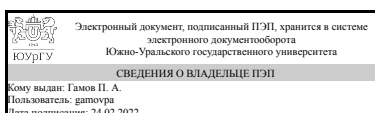
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.29 Теоретические основы формирования отливок и слитков  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

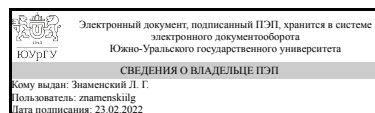
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

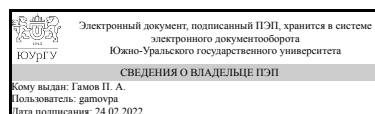
Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



Л. Г. Знаменский

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

## 1. Цели и задачи дисциплины

– дать знания о физико-химических явлениях и процессах, сопровождающих получение отливок и слитков. Знание теоретических основ формирования отливок и слитков позволит им управлять процессами формирования и изготовления качественных литых заготовок; – сформировать у студентов навыки по приготовлению металлических расплавов и заливке форм, практические умения по определению литейных свойств сплавов и оценке качества отливок и слитков.

## Краткое содержание дисциплины

Капиллярно-пористая структура литейных форм. Структура и свойства металлических расплавов. Теоретические основы заполнения форм расплавом. Тепловые процессы при контакте расплава с формой. Кристаллизационные явления, усадка и напряжения в отливках. Газовый режим литейной формы. Физико-химическое взаимодействие расплава и материала формы

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Знает: основные понятия и термины, касающиеся формирования литых заготовок; структуру и свойства жидких металлов и их сплавов; основы теории заполнения литейных форм; теоретические основы кристаллизации сплавов, тепловые условия затвердевания отливок Умеет: на основе расчетов прогнозировать свойства и структуру литых заготовок и сплавов Имеет практический опыт: определения литейных свойств металлов и сплавов
ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: основные закономерности литейных процессов и их математическое описание Умеет: решать задачи по теории литейных процессов с использованием современных информационных технологий Имеет практический опыт: прогнозирования литейных процессов с применением информационных технологий

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.19 Механика жидкости и газа, 1.О.18 Материаловедение, 1.О.27 Физико-химия металлургических процессов, 1.О.31 Научно-исследовательская работа, 1.О.10.01 Неорганическая химия	1.О.30 Основы процессов непрерывной разливки металлов и сплавов, 1.О.24.05 Термическая обработка металлов, 1.О.28 Коррозия и защита металлов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.18 Материаловедение	<p>Знает: материалы для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований, макроструктура материалов, материалы для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды, свойства материалов и сплавов</p> <p>Умеет: выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, Анализировать качество материалов, осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды, применять фундаментальные общеинженерные знания в профессиональной деятельности</p> <p>Имеет практический опыт: выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований, Работы с материаловедческим оборудованием, выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований, использования соответствующих диаграмм и справочных материалов</p>
1.О.31 Научно-исследовательская работа	<p>Знает: принципы работы современных информационных технологий, методику и способы поиска научной информации в интернете, современные информационные технологии, приборы и методики проведения измерений при проведении научных исследований</p> <p>Умеет: использовать современные информационных технологии при проведении НИР, искать и анализировать информацию, решать научно-исследовательские задачи, проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p> <p>Имеет практический опыт: работы с сайтами <a href="https://www1.fips.ru/">https://www1.fips.ru/</a> и <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>, работы на сайтах <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> и <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>, применения прикладных аппаратно-программных средств, использования исследовательского оборудования</p>
1.О.10.01 Неорганическая химия	<p>Знает: элементарные и сложные вещества. химические реакции, основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы</p> <p>Умеет: принимать обоснованные решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической</p>

	<p>кинетики, переноса тепла и массы Имеет практический опыт: расчетов по уравнениям химических реакций, использования теории и практики для решения инженерных задач</p>
1.О.19 Механика жидкости и газа	<p>Знает: Теоретические основы функционирования гидравлических приводов, Основные законы равновесия и движения жидких сред Умеет: Рассчитывать параметры потоков в технологических трубопроводах, Описывать гидравлические системы уравнениями на основе законов сохранения Имеет практический опыт: выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий, получения практических результатов на основе гидравлических расчетов</p>
1.О.27 Физико-химия металлургических процессов	<p>Знает: основы методик физико-химических расчетов, основные теоретические положения и законы химической термодинамики; физико-химические основы процессов образования и диссоциации оксидов, сульфидов, карбонатов; термодинамические характеристики металлических и оксидных расплавов; равновесные и неравновесные электрохимические процессы; основы химической кинетики, катализа и физико-химические основы реакций горения; физико-химические основы поверхностных явлений; особенности взаимодействия металлов со шлаками и газами; физико-химические основы процессов получения различных металлов и сплавов; физико-химические основы реакций окисления-восстановления, методы рафинирования металлов и другие процессы; физико-химические методы исследования свойств расплавов Умеет: проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач, объяснять сущность реальных металлургических процессов с помощью основных теоретических положений и законов физической химии; выбирать исходное сырьё и способ производства конкретного металла и сплава; анализировать процессы, протекающие при производстве металлов и сплавов, и их влияние на получение качественной продукции Имеет практический опыт: выполнения физико-химических расчетов, расчета основных термодинамических, кинетических и электрохимических параметров реакций, проходящих в металлическом расплаве; знаниями процессов, проходящих в расплавах металлов и сплавов; проведения работ по легированию и модифицированию жидких металлов</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч.  
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	4	4	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,75	89,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Решение задач	36	36	
Рефераты	29,75	29,75	
подготовка к экзамену	24	24	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Капиллярно-пористая структура литейных форм	1	1	0	0
2	Структура и свойства металлических расплавов	2	1	0	1
3	Теоретические основы заполнения форм расплавом	4	1	2	1
4	Тепловые процессы при контакте расплава с формой. Кристаллизационные явления, усадка и напряжения в отливках	5	1	2	2

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Состав и структура форм. Свойства формовочных смесей	1
2	2	Структура расплавов. Свойства сплавов	1
3	3	Базовые законы гидравлики для расчета заполнения форм расплавом. Основы конструирования и расчета литниковых систем. Методы расчета литниковых систем	1
4	4	Базовые законы для расчета теплообмена в системе «металл–форма». Методы расчета затвердевания отливок и регулирование тепловых процессов. Кристаллические зоны в отливках. Регулирование процессов кристаллизации и модифицирование расплавов. Усадка сплавов. Прибыли, их назначение, классификация и методы расчета. Напряжения и трещинообразование в отливках.	1

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Расчёт литниковых систем при заливке форм расплавом из поворотного ковша	2
2	4	Расчёт прибылей по методу Пржибыла	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Жидкотекучесть литейных сплавов	1
2	3	Моделирование гидравлических процессов в литейном производстве	1
3	4	Моделирование процесса затвердевания расплава в форме	1
4	4	Определение линейной и литейной усадок сплава	1

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Решение задач	Теоретические основы литейного производства [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. и литейные технологии ; ЮУрГУ, 2017. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000554673">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000554673</a>	7	36
Рефераты	Чуркин, Б. С. Теория литейных процессов Текст учебник для вузов по специальности 020500.09 Б. С. Чуркин ; под ред. Э. Б. Гофмана ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т и др. - Екатеринбург: РГППУ, 2006. - 453 с. ил.	7	29,75
подготовка к экзамену	Теоретические основы литейного производства [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. и литейные технологии ; ЮУрГУ, 2017. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000554673">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000554673</a>	7	24

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Проме-жуточная аттестация	ответы на контрольные вопросы	-	10	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе	дифференцированный зачет

					<p>полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и про-межуточной аттестации. Зачет проводится в форме устного опроса. В аудитории, где проводится зачет должно одновременно присутствовать не более 10 человек. Билет к зачету содержит 2 вопроса. На подготовку к ответу отводится 1 академический час. При неполном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы. Промежуточная аттестация включает одно мероприятия: ответы на контрольные вопросы. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Билет состоит из 2 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На подготовку ответов отводится 1 час. Критерии оценивания ответов на вопросы (за каждый вопрос): - 5 баллов – развернутый и полный ответ на вопрос; - 4 балла – правильный ответ на вопрос с неточностями в изложении отдельных положений; - 3 балла – в целом правильный ответ на вопрос, но с ошибками в изложении отдельных положений; - 2 балла – ответ содержит грубые ошибки; - 1 балл – в ответе не содержатся сведения по существу вопроса; - 0 баллов – нет ответа на вопрос. Максимальное количество баллов за промежуточную</p>	
--	--	--	--	--	---	--

						аттестацию – 10.	
2	7	Текущий контроль	Реферат	0,3	20	<p>На проверку представляется реферата по задан-ной теме. Объем реферата 15-20 стр с представлением иллюстраций. По теме реферата делается доклад на проблемном семинарском занятии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Показатели оценивания и максимальные баллы за показатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Тема раскрыта полностью - 10 баллов;</li> <li>- Доклад сделан грамотно – 4 балла;</li> <li>- Ответы на дополнительные вопросы даны полностью – 6 баллов</li> </ul> <p>Критерии начисления баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- за выполнение каждого показателя в полном объеме начисляется максимальное количество баллов,</li> <li>- при неполном, но минимальнодостаточном выполнении показателя начисляется 50 % от максимального количества баллов;</li> <li>- при невыполнении показателя баллы не начисляются.</li> </ul>	дифференцированный зачет
3	7	Текущий контроль	решение задач	0,4	45	<p>Проверка расчетной работы осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. Расчетные работы должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</p> <p>Темы задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Расчёт пористости литейных форм</li> <li>Расчет проницаемости литейной формы</li> <li>Расчёт температурной зависимости плотности</li> </ul>	дифференцированный зачет



					<p>расплава и объёма печи для выплавки необходимой масса</p> <p>расплава</p> <p>Расчёт зависимости скорости испарения металла в вакууме от температуры и его потерь при вакуумной плавке</p> <p>Расчёт литниковых систем при заливке форм расплавом из поворотного ковша</p> <p>Расчёт параметров стопорного ковша, обеспечивающих оптимальную продолжительность заливки формы</p> <p>Расчёт теплофизических коэффициентов литейной формы</p> <p>Расчёт прибылей по методу Василевского</p> <p>Расчёт прибылей по методу Пржибыла</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Критерии оценивания расчетной работы (за каждую расчетную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 баллов – расчетная работа выполнена верно;</li> <li>- 4 балла – расчетная работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат</li> <li>- 3 балла – в расчетной работе есть значимые замечания, но ход выполнения верен;</li> <li>- 2 балла – работа содержит грубые ошибки, ход выполнения выбран нерациональный;</li> <li>- 1 балл – работа содержит грубые ошибки, ход выполнения выбран неправильный;</li> <li>- 0 баллов – работа не представлена.</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 45.</p>		
4	7	Текущий контроль	лабораторные работы	0,3	8	Выполнение лабораторных работ проходит согласно	дифференцированный зачет

					<p>учебно-производственному графику.</p> <p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет.</p> <p>Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия и-пользуется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл</li> <li>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл</li> <li>- оформление работы соответствует требованиям – 1 балл</li> <li>- правильный ответ на один вопрос – 1 балл</li> </ul> <p>В сумме по лабораторным работам максимальный балл - 8</p>	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	<p>На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и про-межуточной аттестации. Зачет проводится в форме устного опроса. В аудитории, где проводится зачет должно одновременно присутствовать не более 10 человек. Билет к зачету содержит 2 вопроса. На подготовку к ответу отводится 1 академический час. При неполном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы. Промежуточная аттестация включает одно мероприятия: ответы на контрольные вопросы. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оце-нивания</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

	<p>результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Билет состоит из 2 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На подготовку ответов отводится 1 час. Критерии оценивания ответов на вопросы (за каждый вопрос): - 5 баллов – развернутый и полный ответ на вопрос; - 4 балла – правильный ответ на вопрос с неточностями в изложении отдельных положений; - 3 балла – в целом правильный ответ на вопрос, но с ошибками в изложении отдельных положений; - 2 балла – ответ содержит грубые ошибки; - 1 балл – в ответе не содержатся сведения по существу вопроса; - 0 баллов – нет ответа на вопрос. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 10.</p>	
--	---	--

### 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ОПК-1	Знает: основные понятия и термины, касающиеся формирования литых заготовок; структуру и свойства жидких металлов и их сплавов; основы теории заполнения литейных форм; теоретические основы кристаллизации сплавов, тепловые условия затвердевания отливок	+	+		
ОПК-1	Умеет: на основе расчетов прогнозировать свойства и структуру литых заготовок и сплавов	+		+	
ОПК-1	Имеет практический опыт: определения литейных свойств металлов и сплавов	+			+
ОПК-8	Знает: основные закономерности литейных процессов и их математическое описание	+	+		
ОПК-8	Умеет: решать задачи по теории литейных процессов с использованием современных информационных технологий	+		+	
ОПК-8	Имеет практический опыт: прогнозирования литейных процессов с применением информационных технологий	+			+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Знаменский, Л. Г. Теория литейных процессов Текст учеб. пособие для вузов по специальности 150104 "Литейное пр-во черных и цв. металлов" Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 146, [1] с. ил. электрон. версия
2. Чуркин, Б. С. Теория литейных процессов Текст учебник для вузов по специальности 020500.09 Б. С. Чуркин ; под ред. Э. Б. Гофмана ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т и др. - Екатеринбург: РГППУ, 2006. - 453 с. ил.
3. Технология литейного производства Учеб. Урал. гос. проф.-пед. ун-т и др.; Б. С. Чуркин, Э. Б. Гофман, С. Г. Майзель и др.; Под ред. Б. С. Чуркина; Инженер.-пед. ин-т. - Екатеринбург: Уральский государственный профессионально-педагогич, 2000

*б) дополнительная литература:*

1. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия Текст справ. А. Н. Болдин, Н. И. Давыдов, С. С. Жуковский и др. - М.: Машиностроение, 2006. - 506 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. "Литейщик России";
2. "Литейное производство";
3. "Заготовительные производства в машиностроении";
4. «Foundry»;
5. «Metallurgical and Materials Transactions»;
6. «Известия вузов. Черная металлургия»;
7. «Известия вузов. Цветная металлургия»;
8. «Металлург».

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические указания
2. Теоретические основы литейного производства. Методические указания к освоению дисциплины

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические указания
2. Теоретические основы литейного производства. Методические указания к освоению дисциплины

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Теория формирования отливки [Текст] : учеб. пособие по направлению 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" / Л. Г. Знаменский и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. и литейные технологии ; ЮУрГУ, 2017. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553967">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553967</a>
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Теоретические основы литейного производства [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. и литейные технологии ; ЮУрГУ, 2017 <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000554673">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000554673</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -ProCAST(бессрочно)
2. -LVMFlow(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	105а (Л.к.)	<p>Дистиллятор; Смеситель лопастной LM-R2; Печь Таммана; Прибор «Магнит-6»; Шкаф сушильный; Весы механические; Мешалка EP-10; Сушило вакуумное; Стол рабочий формовочный; Прибор определения удельной поверхности; Твердомер Тк-14; Микроскоп МИМ-7; Весы аналитические ВЛА; Станок полировально-шлифовальный; Печь «Мечта»; Печь СШОЛ; Муфель СНОЛ; Мельница центробежная М100; Печь лабораторная камерная ПКЛ-1.2-1; Ультразвуковая ванна УЗВ-50ЭЖ; Портативный рН/ОВП метр РН72, Шкаф для опций; Дефектоскоп ультразвуковой «Пеленг УДЗ-103»; Программно-аппаратный комплекс анализа изображений Thixomet; Твердомер TP 5006; Сканер 3-х мерный LaserDenta; Спектрометр «Папуас-4»; Бинарный микроскоп; Весы электронные АМД-2,5; Генератор НЭМИ; ПК DualCore Intel Core 2 Duo E4500, 2200 MHz; Спектрометр МСА2; Копер формовочный; Испытательная машина на разрыв Wadap LR и TS; Комплект приборов для экс-пресс-анализа Wadap; Весы электронные MW-120; Мельница шаровая 40МЛ; Дробилка конусная КИД-100; Грохот 5Гр; Газоанализатор; Прибор Чернобровкина; Потенциометры КСП; Печь Таммана; Колодец нагревательный; Станок сверлильный; Точило; Аппарат сварочный; Установка индукционная плавильная УИП-63-10-0,06; Пирометр Т1315Е; Весы для шихты; Станок токарный; Муфель ПМ-10; Смеситель ЖСС лопастной; Рассев; Бегуны катковые; Технограф 160; «Мультиплаз» - 2500; Пила отрезная GCO14-1; Пила ленточная JWBS-B.</p>