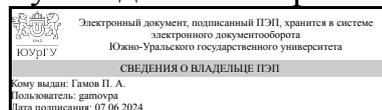


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



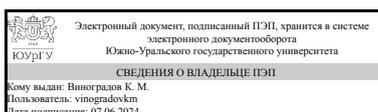
П. А. Гамов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.25.01 Metallургия черных металлов  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Техника, технологии и строительство

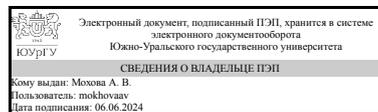
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



К. М. Виноградов

Разработчик программы,  
к.хим.н., доцент



А. В. Мохова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины заключаются в следующем: - знакомство с основными металлургическими процессами, используемыми в производстве черных металлов; - знакомство с современными технологиями подготовки и переработки металлургического сырья и агрегатами для их реализации, направлениями их совершенствования, в т.ч. с точки зрения экологичности, эффективного использования энергоресурсов и возможности безотходного производства; - знакомство с теоретическими основами и описанием конкретных металлургических процессов, основами технологических расчетов, выбора сырья и подбора оборудования, основных показателей процессов. Задачи изучения дисциплины: - формирование представления об истории развития черной металлургии, месте и значении производства черных металлов в современном мире; - формирование системы знаний об основных понятиях, технологических процессах, металлургических агрегатах и методах организации металлургического производства; - формирование умений проводить расчеты технологических параметров металлургических процессов; - формирование навыков самостоятельной работы, организации исследовательской работы.

## Краткое содержание дисциплины

1. Введение. История, современное состояние и тенденции развития черной металлургии. История развития металлургии. Современные методы получения чугуна, стали и ферросплавов. Объективная обусловленность появления конвертерного, мартеновского и электросталеплавильного способов. Структура и продукция сталеплавильного производства. Интегрированные и минизаводы. Роль электросталеплавильного способа на разных этапах развития. Тенденции и перспективы развития сталеплавильного производства. Место и роль специальной электрометаллургии. 2. Сырьевая база черной металлургии. Основные минералы, качество руды, обеспеченность металлургических предприятий железными, марганцевыми, хромовыми рудами. Основные месторождения углей и флюсообразующих. 3. Подготовка сырых материалов к плавке. Получение кокса, коксовая батарея. Подготовка руд к плавке. Дробление, сепарация, обогащение руд. Производство агломерата и окатышей. Процессы, протекающие при спекании агломерата и обжиге окатышей. 4. Выплавка чугуна. Устройство доменной печи. Принцип работы доменной печи. Процессы, протекающие в доменной печи. Восстановление железа, марганца и кремния в доменной печи. Поведение прочих элементов в печи. Процессы шлакообразования в доменной печи. Интенсификация доменной плавки. Выплавка углеродистого ферромарганца в доменной печи. 5. Технологии бескоксвого производства чугуна и стали. Внедоменное производство чугуна. COREX-процесс. Процессы прямого получения металлического железа из руды. Процессы MIDREX, HILL. 6. Ферросплавы. Назначение. Способы получения ферросплавов. Рудовосстановительные и рафинировочные печи. Получение ферросилиция, феррохрома, ферромарганца в рудовосстановительных печах. 7. Производство стали. Общие сведения. Сортамент выплавляемой стали. Исходные материалы для выплавки стали. Чугун. Лом. Шлакообразующие. Прочие материалы. Требования к исходным материалам. Подготовка металлошихты к плавке. 8. Выплавка стали в кислородном конвертере (КК). Устройство и принцип действия КК. Источник тепла в КК. Химические реакции, протекающие в КК.

Взаимодействие струи газа с металлическим расплавом. Изменение состава металла и шлака по ходу продувки. Особенности процесса с донной и комбинированной продувкой. Особенности передела ванадийсодержащих чугунов. Управление конвертерной плавкой. 9. Выплавка стали в дуговых сталеплавильных печах (ДСП). Нагрев металла электрической дугой. Плазменная дуга. Плазмотроны. Устройство современной дуговой сталеплавильной печи. Особенности конструкции ДСП на постоянном токе. Интенсификация плавки в ДСП. Технология выплавки полупродукта в ДСП. Переплавление легированных отходов в ДСП. 10. Внепечная обработка стали. Необходимость разделения этапов выплавки и доводки стали. Цели внепечной обработки. Обработка стали газами, вакуумом и синтетическими шлаками. Агрегаты внепечной обработки. Ковш-печь. Установка вакуумной дегазации. Циркуляционный вакууматор. Комбинированные установки. 11. Разливка стали. Разливка в изложницы. Строение слитка спокойной и кипящей стали. Непрерывная разливка стали. Машины непрерывной разливки стали, виды МНЛЗ. Совмещение разливки и прокатки. Литейно-прокатные модули. 12. Специальная электрометаллургия. Цели и задачи. Электрошлаковый перепад. Аддитивные технологии в металлургии.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента	Знает: Структуру интегрированного предприятия, взаимосвязи технологий и оборудования для производства черных металлов Умеет: Участвовать в управлении профессиональной деятельностью металлургических предприятий Имеет практический опыт: Организации и управлении деятельности металлургических агрегатов
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Знает: Методы проведения измерений и наблюдений при производстве черных металлов Умеет: Проводить измерения и наблюдения технологии производства чугуна и стали Имеет практический опыт: Обработки и представления экспериментальных данных процессов производства черных металлов
ОПК-7 Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли	Знает: основное оборудование для производства чугуна и стали, их классификацию, технологии производства чугуна и стали Умеет: анализировать, составлять и применять техническую документацию Имеет практический опыт: работы с технологическими инструкциями
ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: современные программы моделирования процессов производства черных металлов Умеет: моделировать процессы производства стали в кислородном конвертере, в ДСП Имеет практический опыт: моделирования процессов производства стали в кислородном

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.19 Материаловедение, 1.О.14.02 Инженерная графика, 1.О.09.03 Специальные главы математики, 1.О.26 Методы и средства контроля качества металлопродукции, 1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация, 1.О.22 Тепломассообмен в материалах и процессах, 1.О.23 Методы анализа и обработки экспериментальных данных, 1.О.25.04 Обработка металлов давлением, 1.О.14.03 Компьютерная графика, 1.О.25.05 Термическая обработка металлов, 1.О.17 Детали машин и основы конструирования, 1.О.08 Экономика и управление на предприятии, ФД.03 Инжиниринг технологического оборудования, 1.О.09.02 Математический анализ, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (3 семестр)

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

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 20,5 ч. контактной работы с применением дистанционных образовательных технологий

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5

Подготовка к письменным опросам по основным разделам дисциплины	25	25
Подготовка к защите лабораторных работ	25	25
Подготовка к экзамену	37,5	37,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Продукция и сырые материалы черной металлургии	1	1	0	0
2	Металлургия чугуна	3	1	0	2
3	Ферросплавы	1	1	0	0
4	Металлургия стали	3	1	0	2
5	Внепечное рафинирование и доводка полупродукта. Разливка стали	2	2	0	0
6	Специальная металлургия	2	2	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Значение и назначение железа, чугуна и стали. Продукция и сырые материалы черной металлургии. Подготовка сырья к плавке. Классификация железорудных материалов. Флюсы. Топливо. Способы подготовки железорудных материалов к плавке. Дробление и измельчение. Обогащение руд. Окискование железорудных материалов. Агломерация железных руд. Получение железорудных окатышей. Коксование углей и формирование кокса.	1
2	2	Металлургия чугуна. Процессы восстановления в доменных печах. Науглероживание железа и формирование чугуна. Шлакообразование в доменных печах. Поведение серы в доменных печах. Внедоменная обработка чугуна. Теплообмен. Движение газа и материалов в доменной печи. Ресурсосбережение и методы интенсификации процесса. Конструкция доменных печей. Оборудование доменных цехов. Внедоменное получение первичного металла. Твердофазные процессы производства первичного металла. Степень металлизации. Качество металлизированного сырья. Агрегаты для твердофазного получения первичного металла. Жидкофазные процессы. Качество продукции. Агрегаты для жидкофазного восстановления. Особенности переработки комплексных руд и техногенных материалов при внедоменном получении металлов и сплавов.	1
3	3	Производство ферросплавов. Современное состояние и перспективы развития ферросплавной промышленности. Классификация процессов получения ферросплавов. Карботермические процессы. Технология получения промежуточных кремниевых сплавов. Металлотермические процессы, физико-химические основы металлотермии. Вакуумно-термические процессы, физико-химические основы. Вакуумная плавка и обработка жидких ферросплавов под вакуумом. Азотированные ферросплавы.	1

4	4	Металлургия стали. Раскисление стали. Удаление неметаллических включений из металла. Газы в стали и методы борьбы с ними: водород, азот. Кристаллизация и разливка стали. Поведение металлической струи при разливке. Физические методы воздействия на процесс затвердевания стали. Особенности технологии выплавки стали для разливки на МНЛЗ. Особенности производства стали в различных сталеплавильных агрегатах: конвертере, мартеновской печи.	1
5	5	Внепечное рафинирование и доводка полупродукта. Способы гомогенизации металла. Дегазация и удаление включений. Десульфурация стали в ковше. Варианты безокислительной дефосфорации стали. Раскисление и дегазация стали в вакууме. Способы вакуумирования. Проблема непрерывных процессов производства стали. Комбинирование непрерывного сталеплавильного процесса с непрерывной прокаткой.	2
6	6	Специальная металлургия сталей. Электросталеплавильное производство. Электрические дуговые печи. Открытая и вакуумная индукционная плавка. Вакуумный дуговой переплав. Электрошлаковый переплав. Плазменная плавка и плазменно-дуговой переплав. Электронно-лучевой переплав.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Доменное производство	2
2	4	Сталеплавильное производство	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к письменным опросам по основным разделам дисциплины	ПУЭМЛ: п.1, Глава 26, с. 342-352; Глава 27, с. 352-359; Раздел VI, Глава 34, с.417-436, Глава 35, с. 436 - 459, Глава 36, с. 476-478; п.4, Раздел 2, с. 80-179; п.6, с.3-56.	1	25
Подготовка к защите лабораторных работ	ПУЭМЛ: ЛР № 1-2, п.2, Занятие № 1, с. 5-9; ЛР № 3, п.2, Занятие № 2, с.9-14, ЛР № 4, п.2, Занятие № 3, с.14-18, ЛР № 5-6, п.2, Занятие № 4, с. 18-25, ЛР № 7-8, п.2, Занятие № 5, с.25-36.	1	25
Подготовка к экзамену	ПУЭМЛ: п.1, Глава 26, с. 342-352; Глава 27, с. 352-359; Раздел VI, Глава 34, с.417-436, Глава 35, с. 436 - 459, Глава 36, с. 476-478; п.4, Раздел 2, с. 80-179; п.6, с.3-56.	1	37,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Письменный опрос по разделу № 1-2	0,2	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллу.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Защита лабораторной работы № 1	0,2	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров - 1 балл; - выводы логичны и обоснованы - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальный балл - 5.	экзамен
3	1	Текущий контроль	Защита лабораторной работы № 2	0,2	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании	экзамен

						<p>результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей:</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>- правильный ответ на один вопрос - 1 балл.</li> </ul> <p>Максимальный балл - 5.</p>	
4	1	Текущий контроль	Письменный опрос по разделу № 3 -4	0,2	6	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллу.</p>	экзамен
5	1	Текущий контроль	Письменный опрос по разделу № 5-6	0,2	6	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллу.</p>	экзамен
6	1	Промежуточная аттестация	Письменный опрос по вопросам изученной дисциплины	-	6	<p>Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 30 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся</p>	экзамен

					(утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ соответствует 0 баллу.	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 № 179). Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85..100 %, Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75... 84 %. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0..59%.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ОПК-3	Знает: Структуру интегрированного предприятия, взаимосвязи технологий и оборудования для производства черных металлов	+				+	+
ОПК-3	Умеет: Участвовать в управлении профессиональной деятельностью металлургических предприятий					+	+
ОПК-3	Имеет практический опыт: Организации и управления деятельности металлургических агрегатов					+	+
ОПК-4	Знает: Методы проведения измерений и наблюдений при производстве черных металлов		++				+
ОПК-4	Умеет: Проводить измерения и наблюдения технологии производства чугуна и стали		++				
ОПК-4	Имеет практический опыт: Обработки и представления экспериментальных данных процессов производства черных металлов		++				
ОПК-7	Знает: основное оборудование для производства чугуна и стали, их классификацию, технологии производства чугуна и стали	+	+	+	+		+
ОПК-7	Умеет: анализировать, составлять и применять техническую документацию		++				
ОПК-7	Имеет практический опыт: работы с технологическими инструкциями		++				
ОПК-8	Знает: современные программы моделирования процессов производства черных металлов		++				+
ОПК-8	Умеет: моделировать процессы производства стали в кислородном конвертере, в ДСП		++				
ОПК-8	Имеет практический опыт: моделирования процессов производства стали в		++				

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. 1. Рощин В.Е. Разливка и кристаллизация стали: учебное пособие. – Челябинск.: Изд-во ЮУрГУ, 2008

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

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали : учебник / В. Е. Рощин, А. В. Рощин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 576 с. — ISBN 978-5-9729-0630-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/192478">https://e.lanbook.com/book/192478</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ивлев, С. А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С. А. Ивлев, М. П. Клюев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/108106">https://e.lanbook.com/book/108106</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лузгин, В. П. Теория и технология металлургии стали : учебное пособие / В. П. Лузгин, А. Е. Семин, О. А. Комолова. — Москва : МИСИС, 2010. — 72 с. — ISBN 978-5-87623-346-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/2062">https://e.lanbook.com/book/2062</a>
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Симонян, Л. М. Металлургия спецсталей. Теория и технология спецэлектрометаллургии : учебное пособие / Л. М. Симонян, А. Е. Семин, А. И. Кочетов. — Москва : МИСИС, 2007. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/117046">https://e.lanbook.com/book/117046</a>
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Лузгин, В. П. Металлургия стали: Внепечная обработка стали : учебное пособие / В. П. Лузгин, С. В. Казаков. — Москва : МИСИС, 2003. — 47 с. — Текст : электронный //

	издательства Лань	Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/117007">https://e.lanbook.com/book/117007</a>
--	-------------------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	108 (ПЛК)	Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»; Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ); Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт.
Экзамен	108 (ПЛК)	Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»; Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ); Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт.
Лабораторные занятия	108 (ПЛК)	Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ с выходом в Интернет и доступом в портал «Электронный ЮУрГУ»; Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ); Интерактивная доска IQBoard PS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном Logitech, Монитор-15 шт.