

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа <i>Материаловедение и технология конструкционных материалов</i>	Код ОП 22.04.01/33.04
Направление подготовки <i>Материаловедение и технологии материалов</i>	Код направления и уровня подготовки 22.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Виктор Павлович	д.т.н.	профессор	Термообработка и физика металлов

Руководитель модуля



В. П. Кузнецов

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Протокол № 1-12 от 11.12.19 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ



Р.Х. Токарева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

Методология выбора материалов и технологий производства

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «*Методология выбора материалов и технологий производства*» изучается студентами в рамках образовательной программы «Материаловедение и технология конструкционных материалов» (направление подготовки «Материаловедение и технологии материалов») и направлен на формирование фундаментальных представлений о проблематике осуществления выбора материалов и управления качеством готового продукта на основе анализа условий эксплуатации изделий и потребностей рынка металлургической продукции.

Модуль содержит основные принципы и алгоритмы выбора современных конструкционных материалов и технологий производства деталей машин и оборудования по эксплуатационным, технологическим, экономическим и экологическим требованиям. Приведены основные сведения о классификации и стандартах на современные материалы, применяемые при проектировании и конструировании изделий в машиностроении и других отраслях промышленности. Изучается метод многофакторной оптимизации решения задачи выбора материала и технологии.

Для освоения дисциплины активно используются знания, полученные в курсах "Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов", "Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве", "Физика прочности и разрушения материалов". Умения и навыки формируются на основе решения практических задач импортозамещения и выбора новых уникальных материалов и аддитивных технологий при производстве высокопрочного фланцевого крепежа, нефтегазопромыслового оборудования и медицинских изделий. Методическая новизна курса связана с изучением материалов и технологии аддитивного производства сложных изделий. Научная новизна курса обусловлена применением системного подхода к решению задачи оптимального выбора материалов и технологий в промышленности.

В модуль включена одна дисциплина «*Методология выбора материалов и технологий производства*», содержание которой обобщает полученные ранее знания:

- об основных типах, классах современных и перспективных материалов и области их применения;
- о современных проблемах теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов;
- базовой, специальной лексики и основной терминологии по направлению подготовки;
- взаимосвязь между составом, структурой, процессами деформации/разрушения и механическими свойствами металлических сплавов.

При реализации дисциплины модуля используются проблемное обучение, информационно-коммуникационные технологии, групповая работа, исследовательские методы. Изучение дисциплины модуля завершается выполнением нескольких лабораторных и практических работ и защитой отчетов по ним.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	<i>Методология выбора материалов и технологий производства</i>	4 з.е. / 144 час.	Зачет (2 семестр)
ИТОГО по модулю:		4 з.е. / 144 час.	Зачет (2 семестр)

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	-
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Материаловедение и технологии материалов Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов Физические методы исследования материалов Дифракционные и электронно-микроскопические методы анализа материалов Методология выбора материалов и технологий в промышленности Ультрадисперсные и наноматериалы Материаловедение композиционных материалов Специальные сплавы

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Изучение дисциплины модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям.

Индикатор – это признак / сигнал / маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы должны учитываться при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
<p>Методология выбора материалов и технологий производства</p>	<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p> <p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> <p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p> <p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p> <p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-3 - Способен организовать, координировать и контролировать производственную деятельность по созданию конструкционных материалов и их исследований.</p> <p>ПК-5 - Способен разрабатывать документацию, предназначенную для описания технологических процессов создания конструкционных материалов и изделий из них, контроля и измерения их свойств и</p>	<p>P1 - Свойства, классификация и методологические основы выбора конструкционных материалов - Химический состав, физические, механические и эксплуатационные свойства конструкционных материалов и их влияние на качество и надежность деталей и изделий. Классификация современных металлических и неметаллических конструкционных материалов. Обобщенный алгоритм выбора материалов и технологий.</p> <p>P2 - Эксплуатационные требования к выбору материала - Анализ конструкционных особенностей и условий эксплуатации изделия. Виды механических нагрузок и требования к прочности материала для высоконагруженных изделий. Виды износа и трибологические требования к выбору материалов для деталей трибосопряжений. Современные антифрикционные материалы. Требования к выбору материалов для работы изделий при повышенных и низких температурах (жаростойкие, теплоустойчивые и хладостойкие стали и сплавы). Требования к выбору материала по коррозионной стойкости и жаростойкости. Работоспособность, долговечность материала и надежность технологических процессов.</p> <p>P3 - Технологические требования к выбору материала - Технологические требования к литейным и ковочным свойствам материала заготовок. Технологические требования к обрабатываемости резанием, свариваемости, закаливанию, прокаливаемости и сплавляемости порошковых материалов для аддитивных технологий. Методы и критерии упрочняющих технологий.</p> <p>P4 - Экономические и экологические требования к выбору материала и технологии - Цена на материалы при различных технологиях производства заготовок. Себестоимость обработки материалов в условиях конкретного производства. Функционально-</p>

	<p>испытаний. ДПК-1 - Способен анализировать и систематизировать научно-техническую и патентную информацию.</p>	<p>стоимостной анализ технологии. Коэффициент экономической целесообразности.</p> <p>P5 - Системный подход к решению многофакторной задачи оптимального выбора материалов и технологий - Подготовка задачи и целевые условия выбора материала и технологии обработки при производстве изделий. Декомпозиция задач выбора материала и технологии как n-мерное поисковое пространство решений. Составление декомпозиционной схемы анализа решения задачи выбора материала и технологии в пространстве эксплуатационных, технологических, экономических и экологических требований. Структуризация целевых условий и определение количества уровней декомпозиции.</p> <p>P6 - Компьютерные 3D технологии конструирования и производства изделий. - Порошковые материалы и современные аддитивные технологии изготовления изделий с уникальными функциональными свойствами. Сравнительные технико-экономические показатели традиционной и аддитивной технологии.</p>
--	---	--

Результаты обучения:

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
Методология выбора материалов и технологий производства

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методология выбора материалов и технологий производства

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Виктор Павлович	Доцент, д.т.н.	Профессор	Кафедра термообработки и физики металлов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № __1-12__ от _11.12.2019 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Методология выбора материалов и технологий производства

Дисциплина «Методология выбора материалов и технологий в промышленности» относится к вариативной части образовательной программы, к модулям по выбору студента.

Курс содержит основные принципы и алгоритмы выбора современных конструкционных материалов и технологий производства деталей машин и оборудования по эксплуатационным, технологическим, экономическим и экологическим требованиям. Приведены основные сведения о классификации и стандартах на современные материалы, применяемые при проектировании и конструировании изделий в машиностроении и других отраслях промышленности. Изучается метод многофакторной оптимизации решения задачи выбора материала и технологии.

Для освоения дисциплины активно используются знания, полученные в курсах "Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов", "Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве", "Физика прочности и разрушения материалов". Умения и навыки формируются на основе решения практических задач импортозамещения и выбора новых уникальных материалов и аддитивных технологий при производстве высокопрочного фланцевого крепежа, нефтегазопромыслового оборудования и медицинских изделий. Методическая новизна курса связана с изучением материалов и технологии аддитивного производства сложных изделий. Научная новизна курса обусловлена применением системного подхода к решению задачи оптимального выбора материалов и технологий в промышленности.

1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
 - Базовый уровень

1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине 1

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения
УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным	P1 - Свойства, классификация и методологические основы выбора конструкционных материалов - Химический состав, физические, механические и эксплуатационные свойства конструкционных материалов и их влияние на качество и надежность деталей и изделий. Классификация современных металлических и неметаллических конструкционных материалов. Обобщенный алгоритм выбора материалов и технологий. P2 - Эксплуатационные требования к выбору материала - Анализ конструкционных особенностей и условий эксплуатации изделия. Виды механических нагрузок и требования к прочности материала для высоконагруженных изделий. Виды износа и трибологические требования к выбору материалов для деталей трибосопряжений. Современные антифрикционные материалы. Требования к выбору материалов для работы изделий при повышенных и низких температурах (жаростойкие,

<p>комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-3 - Способен организовать, координировать и контролировать производственную деятельность по созданию конструкционных материалов и их исследований. ПК-5 - Способен разрабатывать документацию, предназначенную для описания технологических процессов создания конструкционных материалов и изделий из них, контроля и измерения их свойств и испытаний. ДПК-1 - Способен анализировать и систематизировать научно-техническую и патентную информацию.</p>	<p>теплоустойчивые и хладостойкие стали и сплавы). Требования к выбору материала по коррозионной стойкости и жаростойкости. Работоспособность, долговечность материала и надежность технологических процессов.</p> <p>P3 - Технологические требования к выбору материала - Технологические требования к литейным и ковочным свойствам материала заготовок. Технологические требования к обрабатываемости резанием, свариваемости, закаливанию, прокаливаемости и сплавляемости порошковых материалов для аддитивных технологий. Методы и критерии упрочняющих технологий.</p> <p>P4 - Экономические и экологические требования к выбору материала и технологии - Цена на материалы при различных технологиях производства заготовок. Себестоимость обработки материалов в условиях конкретного производства. Функционально-стоимостной анализ технологии. Коэффициент экономической целесообразности.</p> <p>P5 - Системный подход к решению многофакторной задачи оптимального выбора материалов и технологий - Подготовка задачи и целевые условия выбора материала и технологии обработки при производстве изделий. Декомпозиция задач выбора материала и технологии как n-мерное поисковое пространство решений. Составление декомпозиционной схемы анализа решения задачи выбора материала и технологии в пространстве эксплуатационных, технологических, экономических и экологических требований. Структуризация целевых условий и определение количества уровней декомпозиции.</p> <p>P6 - Компьютерные 3D технологии конструирования и производства изделий. - Порошковые материалы и современные аддитивные технологии изготовления изделий с уникальными функциональными свойствами. Сравнительные технико-экономические показатели традиционной и аддитивной технологии.</p>
--	--

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- влияние химических, физических, механических, технологических и эксплуатационных свойств конструкционных материалов на формировании качества и надежности деталей и изделий;

- методологические принципы составления обобщенного алгоритма выбора материала и технологии;
- классификацию и основные стандарты современных металлических и неметаллических конструкционных материалов;
- эксплуатационные, технологические, экономические и экологические требования к выбору материалов;
- современные методы системного анализа при решении многофакторной задачи оптимизации выбора материала и технологий его обработки при изготовлении деталей машин и оборудования;
- порошковые материалы и современные аддитивные технологии изготовления изделий с уникальными функциональными свойствами.

Уметь:

- проводить анализ функционального назначения и условий эксплуатации деталей и изделий (конструкционные особенности, виды механических нагрузок, характеристики внешних физических и химических воздействий, возможные дефекты в материале);
- определять эксплуатационные, технологические, экономические и экологические критерии решения задачи выбора материала и технологии;
- разрабатывать декомпозиционные схемы и структуризировать целевые условия решения задачи оптимального выбора материала и технологий на основе системного подхода;
- определять цену материала и проводить функционально-стоимостной анализ технологий;
- выбирать и заменять материалы для создания и эксплуатации высоконадежных изделий.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыки определения эксплуатационных, технологических, экономических и экологических требований к выбору материалов;
- навыки проведения функционально-стоимостного анализа технологических процессов;
- навыки решения многофакторной задачи оптимального выбора материала и технологии на основе системного подхода.

1.3. Содержание дисциплины

« Методология выбора материалов и технологий производства »

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Свойства, классификация и методологические основы выбора конструкционных материалов	Химический состав, физические, механические и эксплуатационные свойства конструкционных материалов и их влияние на качество и надежность деталей и изделий. Классификация современных металлических и неметаллических конструкционных материалов Обобщенный алгоритм выбора материалов и технологий.
P2	Эксплуатационные требования к выбору материала	Анализ конструкционных особенностей и условий эксплуатации изделия. Виды механических нагрузок и требования к прочности материала для высоконагруженных изделий. Виды износа и трибологические требования к

		<p>выбору материалов для деталей трибосопряжений. Современные антифрикционные материалы.</p> <p>Требования к выбору материалов для работы изделий при повышенных и низких температурах (жаростойкие, теплоустойчивые и хладостойкие стали и сплавы).</p> <p>Требования к выбору материала по коррозионной стойкости и жаростойкости.</p> <p>Работоспособность, долговечность материала и надежность технологических процессов.</p>
P3	Технологические требования к выбору материала	<p>Технологические требования к литейным и ковочным свойствам материала заготовок.</p> <p>Технологические требования к обрабатываемости резанием, свариваемости, закаливанию, прокаливаемости и сплавляемости порошковых материалов для аддитивных технологий. Методы и критерии упрочняющих технологий.</p>
P4	Экономические и экологические требования к выбору материала и технологии	<p>Цена на материалы при различных технологиях производства заготовок.</p> <p>Себестоимость обработки материалов в условиях конкретного производства.</p> <p>Функционально-стоимостной анализ технологии.</p> <p>Коэффициент экономической целесообразности.</p>
P5	Системный подход к решению многофакторной задачи оптимального выбора материалов и технологий	<p>Подготовка задачи и целевые условия выбора материала и технологии обработки при производстве изделий.</p> <p>Декомпозиция задач выбора материала и технологии как <i>n</i>-мерное поисковое пространство решений.</p> <p>Составление декомпозиционной схемы анализа решения задачи выбора материала и технологии в пространстве эксплуатационных, технологических, экономических и экологических требований.</p> <p>Структуризация целевых условий и определение количества уровней декомпозиции.</p>
P6	Компьютерные 3D технологии конструирования и производства изделий.	<p>Порошковые материалы и современные аддитивные технологии изготовления изделий с уникальными функциональными свойствами.</p> <p>Сравнительные технико-экономические показатели традиционной и аддитивной технологии.</p>

Таблица 1.4

Практические занятия/ проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Выбор аналогов зарубежных марок сталей и сплавов для производства фланцевого крепежа. Работа с отечественными и зарубежными стандартами и со справочной литературой	6 / 0,17
2	Выбор материала и технологии термической обработки фланцевого крепежа для различных условий эксплуатации	6 / 0,17

3	Определение технологических требований к материалу и ФСА технологии изготовления шпинделя задвижки	6 / 0,17
4	Сравнительный анализ экономических и экологических показателей традиционной и аддитивной технологии.	6 / 0,17
5	Разработка декомпозиционной схемы решения задачи оптимального выбора материала и технологии изготовления шпинделя задвижки	6 / 0,17
6	Определение Парето-оптимальных решений-ограничений выбора материала и технологии на основе декомпозиции и экспертных оценок.	4 / 0,11
7	Выбор порошкового материала и обоснование аддитивной технологии производства кастомизированного имплантата для восстановления ампутированной конечности	2 / 0,06

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

« Методология выбора материалов и технологий производства »

Печатные издания

электронного каталога библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76> (не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)):

1. Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машино-строении: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400-Металлургия / Т. 1: Стали и чугуны / М. А. Филиппов, В. Г. Бараз, М. А. Гервасьев, М. М. Розенбаум .— 2-е изд., испр. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2013 . – 229 с.
2. Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машино-строении : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400-Металлургия / Т. 2: Цветные металлы и сплавы / М. А. Филиппов, В. Р. Бараз, М. А. Гервасьев — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 . – 235 с.
3. Материаловедение : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению под-гот. и специальностям в обл. техники и технологии / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др.; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина .— 7-е изд., стер. — Москва :Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 .— 648 с.
4. Зоткин, В.Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машино-строении : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Материаловедение в машиностроении", "Металловедение и терм. обраб. металлов" / В. Е. Зоткин .— 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2008 .— 320 с.
5. Зуев, Л.Б. Физические основы прочности материалов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 151600 "Прикладная механика", 223200 "Техническая физика" / Л. Б. Зуев, В. И. Данилов ; отв. ред. Б. Д. Аннин .— Дол-гопрудный : Интеллект, 2013 .— 376 с.
6. Справочник по конструкционным материалам / Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева, С. А. Герасимов и др. ; под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой .— Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 .— 640 с.
7. Международный транслятор современных сталей и сплавов. Сортамент. Т. 2: Россия. США. Европейские страны. Япония / Под ред. В.С. Кершенбаума / С.С.

- Дьяченко, Р.П. Журавлева, А.М. Зайденберг и др. — М. :Наука и техника, 1992 .— 556 с.
8. Международный транслятор современных сталей и сплавов : Т. 3 : Россия, США, Канада, Европейские страны, Япония, Австралия. / Под ред. В.Я. Кершенбаума / М.С. Блан-тер, М.Я. Брун, Г.Г. Гулей и др. — М. : Наука и техника, 1992 .— 637 с.
 9. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин и др.; Под ред. В. Г. Сорокина .— М. : Машиностроение, 1989 .— 638 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>];
ЭБС "Лань" (Издательство "Лань");
Taylor&Francis (Taylor & Francis Group);
American Institute of Physics;
eLibrary (ООО Научная электронная библиотека);
Institute of Physics (IOP);
Journal Citation Reports (JCR) Web of Science;
Scopus Elsevier;
Springer Materials (Springer Nature);
SpringerLink (Springer Nature);
Web of Science Core Collection (Web of Science).

<http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=80>]
Физика металлов и металловедение: [журнал];
Письма в "Журнал технической физики": [журнал];
Журнал технической физики: [журнал];
Российские нанотехнологии: [журнал];
Материаловедение: науч.-техн. и произв. журн.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>
3. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
4. Electron Backscatter Diffraction Analysis – обучающий сайт www.ebsd.com
5. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
6. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методология выбора материалов и технологий производства»

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Использование оборудования: для лекционных занятий: лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием (проекторы, интерактивные доски). ОС MicrosoftWindows 7, 10.

Практические занятия: микроскопы OlympusGX-51, Nikon Epihot 200;
растровая электронная микроскопия (РЭМ) Philips SEM 535, Jeol JSM-6490LV, Zeiss
AURIGA;
просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) Jeol JEM-2100, FEI Titan 60-300);
дифрактометры Bruker D8 Advance.
Специализированное ПО, входящее в состав используемого оборудования.