

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИГР
 А.Ю. Дмитриев
 « 7 » 09 2015г.









**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)
 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
 МАТЕРИАЛОВ**

Направление (специальность) ООП 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профили подготовки бакалавра (специализация программ)
 Б1.ВМ5.1 «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»;
 Б1.ВМ5.2 «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»;
 Б1.ВМ5.3 «Бурение нефтяных и газовых скважин»;
 Б1.ВМ5.4 Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов.

Квалификация (степень) Академический бакалавр
 Базовый учебный план приёма 2015 г.
 Курс 2 4 семестр
 Количество кредитов 3
 Код дисциплины Б1.ВМ4.9

Виды учебной деятельности **Временной ресурс по очной форме обучения**

Лекции, ч 32
 Практические занятия, ч -
 Лабораторные занятия, ч 32
 Аудиторные занятия, ч 64
 Самостоятельная работа, ч 44
 ИТОГО, ч 108
 Вид промежуточной аттестации Зачёт
 Обеспечивающее подразделение Материаловедение и технология металлов» (МТМ)

И.о. руководителя каф. МТМ  К.С. Костиков
 Зав. кафедрой ТХНГ  А.В. Рудаченко
 Зав. кафедрой ГРНМ  О.С. Чернова
 Зав. кафедрой БС  А.Ю. Дмитриев
 Зав. кафедрой ТПИМ  Ф.А. Симанкин
 Руководитель ООП  О.В. Брусник
 Преподаватели каф. МТМ  Н.В. Мартышов
 И.Л. Стрелкова

2015

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Цели освоения дисциплины **Б1.ВМ4.9 «Материаловедение и технология конструкционных материалов»** представлены ниже:

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС и заинтересованных работодателей
Ц1	Готовность выпускников к производственно-технологической и проектной деятельности, обеспечивающей модернизацию, внедрение и эксплуатацию оборудования для добычи, транспорта и хранения нефти и газа	Требования ФГОС, критерии АИОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Потребности научно-исследовательских центров ОАО «ТомскНИПИнефть» и предприятий нефтегазовой промышленности, предприятия ООО «Газпром», АК «Транснефть»
Ц2	Готовность выпускников к междисциплинарной экспериментально-исследовательской деятельности для решения задач, связанных с разработкой инновационных эффективных методов бурения нефтяных и газовых скважин, разработкой и эксплуатацией месторождений углеводородов, их транспорта и хранения	Требования ФГОС, критерии АИОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Потребности научно-исследовательских центров Института химии нефти СО РАН и предприятий нефтегазовой промышленности, предприятия ООО «Газпром», АК «Транснефть»
Ц3	Готовность выпускников к организационно-управленческой деятельности для принятия профессиональных решений в междисциплинарных областях современных нефтегазовых технологий с использованием принципов менеджмента и управления	Требования ФГОС, критерии АИОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI, запросы отечественных и зарубежных работодателей
Ц4	Готовность выпускников к умению обосновывать и отстаивать собственные заключения и выводы в аудиториях разной степени междисциплинарной профессиональной подготовленности	Требования ФГОС, критерии АИОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI, запросы отечественных и зарубежных работодателей

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС и заинтересованных работодателей
Ц5	Готовность выпускников к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию в условиях автономии и самоуправления	Требования ФГОС, критерии АИОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI, запросы отечественных и зарубежных работодателей

2. Место дисциплины (модуля) Б1.ВМ4.11.2 «Детали машин и основы проектирования 1» в структуре ООП

Дисциплина Б1.ВМ4.9 «Материаловедение и технология конструкционных материалов» относится к профессиональному циклу базовых учебных планов основных образовательных программ по направлениям:

ООП реализуются в ТПУ согласно федеральным государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования по направлениям подготовки:

Дисциплина необходима и обязательна для успешного освоения последующих специальных дисциплин.

Пререквизиты:

Математика; Физика; Информатика; Начертательная геометрия и инженерная графика; Материаловедение; Детали машин и основы проектирования 1; Механика.

Кореквизиты:

Метрология, стандартизация и сертификация.

3. Результаты освоения модуля (дисциплины) Б1.ВМ4.9 «Материаловедение и технология конструкционных материалов»

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) Б1.ВМ4.9 «Материаловедение и технология конструкционных материалов» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знание	Код	Умение	Код	Владеть опытом
Р4	34.11	Особенности строения технических материалов, зави-	У4.11	Определять строение микроструктуры углеродистых сталей, структуру и свойства	В4.11	Методикой определения механических свойств материалов

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) ПК-23 (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3е))	симость их свойств от строения и состава	чугунов		при различных температурах	
		У4.12	Определять характеристики деформации и разрушения металлов	В4.12	Владеть навыками выполнения анализа структуры материалов
	Способы упрочнения и разупрочнения материалов; основные способы изготовления деталей, заготовок, изделий из конструкционных материалов, их преимущества, недостатки, особенности технологического процесса	У4.13	Определять изменение структуры и свойств деформированного металла при нагреве	В4.13	Навыками теоретических основ технологии изготовления разовой литейной формы в двух опоках и специальные виды литья
				В4.14	Владеть навыками выбора материалов и способов изготовления деталей и изделий с использованием современных технологических процессов

4. Структура и содержание дисциплины Б1.ВМ4.9 «Материаловедение и технология конструкционных материалов»

4.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Классификация и свойства материалов. Строение металлов.

Лекция. Цели и задачи курса. Основные понятия: материаловедение, материалы. Классификация материалов.

Общие сведения о металлах и сплавах: определение, отличительные признаки. Классификация свойств: технологические и эксплуатационные. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения и их влияние на физико-механические свойства. Полиморфизм. Пути повышения прочности металлов. Основные механические свойства и методы их определения: твердость, прочность, пластичность, ударная вязкость.

Упругая и пластическая деформация. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла, наклеп. Текстура деформации. Влияние температуры на строение и свойства деформированных материалов. Возврат (отдых) и рекристаллизация. Холодная и горячая деформация. Разрушение металлов.

Лабораторная работа 1. Методы определения твердости металлов и сплавов.

Лабораторная работа 2. Пластическая деформация, наклеп и рекристаллизация.

Раздел 2. Формирование структуры сплавов при кристаллизации

Лекция. Термодинамические основы, механизм и кинетика кристаллизации металлов. Самопроизвольное и гетерогенное (искусственное) образование и рост зародышей. Модифицирование жидкого металла. Строение металлического слитка.

Основные понятия: сплав, структура, фаза, система, компонент в металлических сплавах. Типы взаимодействия компонентов сплавов: механические смеси, твердые растворы, химические соединения. Диаграммы состояния двойных сплавов.

Диаграмма состояния «железо – углерод». Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и чугунов. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства железоуглеродистых сплавов.

Лабораторная работа 3. Кристаллизация. Ее влияние на структуру и свойства металла.

Лабораторная работа 4. Диаграммы состояния двойных сплавов.

Лабораторная работа 5. Микроструктура углеродистых сталей.

Лабораторная работа 6. Структура, свойства и применение чугунов.

Раздел 3. Термическая обработка стали

Лекция. Сущность и практическое значение ТО, Влияние температуры, продолжительности нагрева и скорости охлаждения на фазовые и структурные превращения при термической обработке.

Виды и технология термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск, старение, поверхностная закалка: виды и области применения.

Мартенсит, его строение и свойства. Мартенситное превращение и его особенности. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Влияние степени переохлаждения аустенита на строение и свойства перлита (сорбита и троостита). Дефекты закалки и способы их устранения.

Лабораторная работа 7. Закалка углеродистых сталей.

Лабораторная работа 8. Отпуск закаленной углеродистой стали

Раздел 4. Химико-термическая обработка стали

Лекция. Назначение и виды химико-термической обработки. Краткая характеристика видов химико-термической обработки: цементация, азотирование, нитроцементация, диффузионная металлизация.

Раздел 5. Конструкционные металлы и сплавы

Лекция. Классификация и маркировка конструкционных сталей: углеродистые и легированные стали. Критерии надежности, долговечности, прочности. Стали с особыми физическими и химическими свойствами: коррозионностойкие, нержавеющие, жаропрочные, жаростойкие. Коррозия металлов и методы защиты от коррозии.

Цветные металлы и сплавы. Медь, алюминий, титан и сплавы на их основе. Классификация, маркировка и область применения. Эффект памяти формы.

Лабораторная работа 9. Термическая обработка дуралюмина.

Раздел 6. Композиционные и неметаллические материалы

Лекция. Композиционные материалы: классификация и их состав, получение, свойства и области применения.

Керамические материалы: оксидная керамика, бескислородная керамика, керамико-металлические материалы. Свойства и области применения.

Пластмассы. Классификация и строение пластмасс. Механические свойства и области применения пластмасс.

Резины: исходное сырье, технология получения, свойства и область применения резин. Резинотехнические изделия.

Раздел 7. Основы металлургического производства

Лекция. Способы производства и переработки металлов с целью изготовления изделий различного назначения. Производство чугуна стали.

Форма поставки и выбор способа изготовления заготовки.

Раздел 8. Основы литейного производства

Характеристика литейного производства. Общая технологическая схема изготовления отливок. Литейные свойства сплавов. Дефекты отливок.

Изготовление отливок в песчаных формах. Специальные виды литья: литье в оболочковые формы и по выплавляемым моделям, литье в кокиль, литье под давлением, центробежное литье.

Лабораторная работа 10. Изготовление разовой литейной формы в двух опоках.

Лабораторная работа 11. Специальные виды литья.

Раздел 9. Обработка металлов давлением

Лекция. Общая характеристика обработки металлов давлением и ее достоинства. Способы обработки давлением: ковка, прокатка, штамповка, волочение, прессование.

Лабораторная работа 12. Оборудование и технология кузнечнойковки.

Раздел 10. Сварка, термическая резка и пайка металлов

Лекция. Общая характеристика. Классификация методов сварки: термическая, термомеханическая, механическая. Пайка и склеивание материалов.

Лабораторная работа 13. Электрические способы сварки.

Раздел 11. Обработка металлов резанием

Лекция. Общие сведения и технологические возможности способов резания. Точность обработки и шероховатость поверхности. Инструменты и оборудование основных методов обработки резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, шлифование.

Лабораторная работа 14. Способы обработки металлов резанием.

Раздел 12. Электрофизические и электрохимические способы обработки

Лекция. Электроискровая и электроконтактная обработка. Электрохимическое травление и полирование. Химические методы обработки. Лучевые методы обработки. Ультразвуковая обработка. Плазменная обработка.

4.1. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения

Таблица 2.

№	Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)		СРС (час)	Итого	Формы текущего контроля и аттестации
		Лекции	Лаб. зан.			
1	Классификация конструкционных материалов. Строение и свойства металлов	4	4	1	9	Текущий тестовый контроль. Письменный и устный отчет по лабораторной работе
2	Формирование структуры сплавов при кристаллизации	4	8	1	13	Текущий тестовый контроль. Письменный и устный отчет по лабораторной работе
	Строение и свойства металлов (темы 1и2)	4				Контрольная работа 1
3	Термическая обработка стали	2	6	1	9	Текущий тестовый контроль. Письменный и устный отчет по лабораторной работе
4	Химико-термическая обработка стали	2	-	1	3	Презентация
	Термическая и химико-термическая обработка (темы 3, 4)	4				Контрольная работа 2
5	Конструкционные металлы и сплавы	2	2	1	5	Текущий тестовый контроль. Письменный и устный отчет по лабораторной работе
6	Композиционные и неметаллические материалы	2	-	1	3	Презентация
7	Основы металлургического производства	3	-	1	4	Презентация
8	Основы литейного производства	1	2	1	4	Презентация
9	Обработка металлов давлением	1	2	1	4	Презентация
10	Сварка, термическая резка и пайка металлов	1	2	1	4	Текущий тестовый контроль. Письменный и устный отчет по лабораторной работе
11	Обработка металлов резанием	1	6	1	8	Текущий тестовый контроль. Письменный и устный отчет по лабораторной работе
12	Электрофизические и электрохимические способы обработки	1	-	1	2	Презентация

Методы изготовления изделий технического назначения (темы 5-12)	4				Контрольная работа 3
Итого	8	4	87	99	Зачет

4.2. Распределение компетенций по разделам дисциплины

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения по основной образовательной программе, формируемых в рамках данной дисциплины и указанных в пункте 3.

Таблица 3.

Формирование компетенций по разделам дисциплины

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	34.18	×	×				×					×	×
2.	34.19			×	×				×	×	×		
3.	У16		×	×	×	×							
4.	У17	×				×							
5.	У18	×											
6.	В4.14		×	×	×	×	×						
7.	В4.15							×	×				
8.	В4.16					×	×		×	×	×	×	×

4. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Таблица 4.

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	ЛК	ЛБ	СРС	К. пр.
Дискуссия		х		
IT-методы	х		х	х
Командная работа		х		
Разбор кейсов		х		
Опережающая СРС		х	х	
Индивидуальное обучение			х	х
Проблемное обучение		х	х	

Обучение на основе опыта		x		
--------------------------	--	---	--	--

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, методических разработок, специальной учебной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных заданий и решения исследовательских задач.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

6.1. Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиске литературы и электронных источников информации по заданной теме,
- выполнении домашних заданий,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовке к лабораторным работам, что включает изучение теоретического материала и написание отчёта,
- подготовке к рубежному контролю и к экзамену.

6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР), ориентированная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации по определенной теме,
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

6.3. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Способы получения чугунов.
- Химико-термическая обработка стали.
- Влияние на строение и свойства стали легирующих элементов.
- Специальные стали. Строение и применение.
- Наноматериалы.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Материал, вынесенный на самостоятельное изучение, оценивается преподавателем в ходе выполнения лабораторных работ и при выполнении рубежного контроля.

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка успеваемости студентов осуществляется по результатам:

1. Входного контроля подготовки к лабораторным работам в форме тестов.
 2. Выполнения и защиты лабораторных работ (путём устного собеседования со студентом по теме работы).
 3. Экспресс-контроля усвоения нового материала в ходе чтения лекций (обычно в форме тестов).
 4. Рубежного контроля, выполняемого в форме компьютерного тестирования или письменной работы.
 5. Презентации индивидуального задания или участия в НИРС, в олимпиадах и т. п.
 6. Итогового контроля – экзамен в форме письменного ответа на вопросы билета по всем изученным разделам дисциплины. В процессе итогового контроля обязательно присутствует коммуникативная составляющая.
- На кафедре имеются все необходимые по дисциплине контрольные задания, тесты, программы компьютерного тестирования.
- Оценка уровня знаний и умений студента проводится в соответствии с рейтинг-планом по дисциплине. (Приложение 1).
- Образцы контролируемых материалов приводятся.

7.1. Примеры контролируемых материалов

По входному контролю перед лабораторной работой:

Вариант № 1

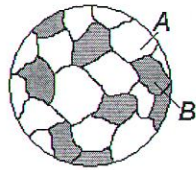
Какую кристаллическую решетку имеет мартенсит закаленной стали:
а) объемно-центрированную кубическую; б) гранецентрированную кубическую; в) тетрагональную; г) гексагональную?

Вариант № 2

Какая структура железоуглеродистых сплавов соответствует максимальной твердости: а) феррит; б) цементит; в) аустенит; г) перлит?

По рубежному контролю знаний:

1. Такую микроструктуру имеют сплавы, представляющие собой...



- 1) механическую смесь компонентов
- 2) твердый раствор
- 3) чистый металл
- 4) химическое соединение

2. В структуре перлитной жаропрочной стали недопустимо...

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| 1) Появление графита | 3) Зернистый перлит |
| 2) Рост карбидов | 4) Рост зерна твердого раствора |

Примеры экзаменационных билетов:

Билет № XX

1. Влияние степени переохлаждения на строение поликристаллических тел.
2. Рекристаллизация и ее влияние на структуру и свойства деформированного металла.
3. Как изменяются свойства и какие превращения происходят при нагреве мартенситной структуры?
4. Какие материалы называют композиционными? В чем особенность их строения? Преимущество металлических композиционных материалов по сравнению с обычным металлом?
5. Специальные методы литья и получаемые изделия?

Билет № XX

1. Покажите и поясните строение реального слитка металла.
2. Чугун: понятие чугуна, структурные составляющие, белые и серые чугуны, их свойства.
3. Цель поверхностной закалки и как она осуществляется?
4. Алюминий и его сплавы: понятие, свойства, назначение.
5. Что такое сварка? Основные виды контактной сварки и области ее применения?

8. Рейтинги качества освоения дисциплины

В процессе изучения дисциплины оцениваются все виды работы студентов в баллах: результаты текущего контроля на лекциях и лабораторных работах, устная защита отчетов по лабораторным работам, результаты рубежного контроля. При этом баллы распределяются следующим образом:

- контроль в процессе изучения дисциплины в течение семестра – 30 баллов;

- контроль по рубежным контрольным – 30 баллов;
- итоговый контроль (зачет) – 40 баллов.

Таким образом, максимальный балл дисциплины – 100 баллов.

По результатам последней в семестре аттестации студент допускается к сдаче зачета, если в течение семестра он набрал более 56 баллов. Зачет считается сданным, если студент набрал не менее 30 баллов.

В приложении приводится подробный рейтинг-план дисциплины.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Егоров Ю.П., Лозинский Ю.М., Роот Р.В., Хворова И.А. *Материаловедение: учебное пособие.* – Томск: Изд-во ТПУ, 2013.
2. Чинков Е.П., Багинский А.Г., *Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебное пособие, 2-е издание, исправленное и дополненное.* – Томск: Изд-во ТПУ, 2009.
3. *Технологические процессы машиностроительного производства: учебное пособие. В 2 ч. / Герасимович К.Г., Евтюшкин Ю.А., Фомин Н.И., Хворова И.А. – Часть I и II.* – Томск: Изд-во ТПУ, 2014.
4. *Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов / Под общ. ред. А.М. Дальского.* – М: Машиностроение, 2013.

Дополнительная литература

1. *Материаловедение и технология металлов: учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов / Под ред. Г.П. Фетисова.* – М: высшая школа, 2011.
2. Арзамасов Б.И., Сидорин И.И. и др. *Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений.* – М.: Машиностроение, 2012

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. Электронное учебное пособие «Материаловедение» в среде “ToolBook”, объем 250 Мб. Авторы Егоров Ю.П., Хворова И.А.
2. <http://portal.tpu.ru/www/sites> - персональный сайт преподавателя дисциплины Стрелковой И.Л.
3. Научно-техническая и учебная литература по дисциплине выложена на следующих сайтах:
 - <http://techlibrary.ru/>
 - <http://www.materialscience.ru/subjects/materialovedenie/knigi/>
 - <http://tm.msun.ru/div/kaf/tm/books/index.html>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении основных разделов дисциплины и выполнении лабораторных работ студенты используют оборудование для механических испытаний, оптические микроскопы, в том числе с системой визуализации, термические печи с приборами для регулирования температуры, металлорежущие станки, литейное и сварочное оборудование, пневматический молот. Компьютеры используются для проведения рубежного контроля и подготовки методических материалов. Сложное и дорогостоящее оборудование используется для демонстрации возможностей различных видов анализа в материаловедении и современных технологических процессов.

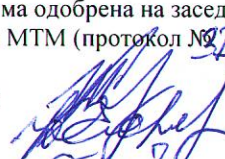

Перечень учебно-лабораторного оборудования

1. Твердомеры Бринелля ТШ-2, Роквелла ТК-2 и Виккерса	11 шт.
2. Микротвердомер ПМТ-3	2 шт.
3. Испытательная машина МИРИ-100К	1 шт.
4. Маятниковый копер	2 шт.
5. Микроскопы биологические	5 шт.
6. Микроскопы металлографические Obzerver A 1m, Axiovert 40 MAT, МИМ-7, МИМ-8	9 шт.
7. Металлографический инвертированный микроскоп ЛабоМет-И	5 шт.
8. Микроскопный комплекс на базе ЛабоМет-И с системой визуализации	1 шт.
9. Электropечи камерные лабораторные	14 шт.
10. Станок токарно-винторезный	11 шт.
11. Станок поперечно-строгальный	3 шт.
12. Станок вертикально-фрезерный	1 шт.
13. Станок горизонтально-фрезерный	5 шт.
14. Станок вертикально-сверлильный	2 шт.
15. Станок плоскошлифовальный	1 шт.
16. Фрезерное устройство FZ-25E	1 шт.
17. Станок ленточнопильный Pegas 140	2 шт.
18. Станок заточной Oregon	2 шт.
19. Шлифовально-полировальный станок «Нерис»	3 шт.
20. Трансформатор сварочный	2 шт.
21. Машина для точечной электроконтактной сварки	1 шт.
22. Машина для стыковой электроконтактной сварки	1 шт.
23. Молот пневматический ковочный МА4129	1 шт.
24. Закалочно-плавильная высокочастотная установка ВУГ 2-100	1 шт.
25. Учебно-исследовательский комплекс для создания моделей быстрого прототипирования и отливки изделий методом вакуумно-пленочной формовки	1 шт.
26. Дифрактометры рентгеновские ДРОН-2 и ДРОН-3М	2 шт.
27. Растровый электронный микроскоп РЭМ-200	1 шт.

28. Инфракрасный пирометр ТРТ-90 (Швеция)	1 шт.
29. Оптико-эмиссионный спектрометр PMI-Master	1 шт.
30. Цифровой фотоаппарат MDS-1500 (фирма Mustec)	3 шт.
31. Компьютеры IBM	14 шт.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО

Программа одобрена на заседании кафедры МТМ (протокол № 37 от «18» сентября 2015 г.).

Авторы:  к.т.н., доцент И.Л. Стрелкова
 к.т.н., доцент Ю.П. Егоров

Рецензент:  к.ф.-м.н., доцент Е.П. Чинков