МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ
_____Долматов О.Ю.
«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Аккумулирующие свойства водорода в металлах и сплавах			
Направление подготовки/ специальность	**03.04.02 Физика**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Физика конденсированного состояния**		
Специализация	Физика конденсированного состояния		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	**3**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**3**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**16**
	Практические занятия		**16**
	Лабораторные занятия		**16**
	ВСЕГО		**48**
Самостоятельная работа, ч			**60**
ИТОГО, ч			**108**

Вид промежуточной аттестации	**экзамен**	Обеспечивающее подразделение	**ОЭФ ИЯТШ**

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры		Лидер А.М.
Руководитель ООП		Лидер А.М.
Преподаватель		Тюрин Ю.И.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-2	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.	ПК(У)-2.В1	Владеет опытом использования результатов научных исследований и их обобщения для получения новых свойств материалов
		ПК(У)-2.У1	Умеет формулировать научно-техническую проблему в различных областях научных разработок изготовления и исследования изделий в области влияния водорода на свойства металлов и сплавов
		ПК(У)-2.У2	Умеет осуществлять перевод научно-технических текстов с русского языка на иностранный, деловую переписку, язык профессионального общения на конференциях, симпозиумах, во время личных дискуссий и переговоров с иностранными партнерами
		ПК(У)-2.З1	Знает основы анализа, синтеза и другой научно-технической информации в России и за рубежом в области профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности	ПК(У)-3.В1	Владеет опытом подготовки к реализации научной работы и научных проектов различного уровня проектных систем федерального уровня, а также международных грантов
		ПК(У)-3.У1	Умеет планировать на высоком профессиональном уровне и самостоятельно проводить эффективную научную работу, а также критически оценивать ее результаты
		ПК(У)-3.З1	Знает способы и методы решения нестандартных проблем в профессиональной области
ПК(У)-4	Способность планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции	ПК(У)-4.В1	Владеет опытом представления результатов исследований на научных конференциях различного ранга
		ПК(У)-4.У1	Умеет разрабатывать новые оригинальные и высокоэффективные технологии получения инновационных материалов в области водородной и ядерной энергетики
		ПК(У)-4.З1	Знает методы научных исследований в области профессиональной деятельности, их преимуществ и недостатков, и новых направлений исследования в этой области

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Владеет методами пучкового анализа материалов и основами действия установок для реализации этих методов и представления результатов исследований на научных конференциях различного ранга	ПК(У)-2 ПК(У)-3 ПК(У)-4
РД-2	Умеет решать экспериментальные задачи в области исследования состава и структуры, физико-механических свойств материалов, насыщенных водородом	ПК(У)-3 ПК(У)-4
РД-3	Знает особенности взаимодействия водорода с металлами и	ПК(У)-2

	сплавами; основные методы миграции и выхода водорода из конденсированных сред; физические принципы, лежащие в основе механизмов радиационно-стимулированной диффузии и выхода водорода	ПК(У)-3 ПК(У)-4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины
Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Взаимодействие водорода с металлами	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 2. Методы исследования систем металл-водород.	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 3. Диффузия и выход водорода из металлов под действием термического, радиационного, АС и УФ воздействий.	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 4. Механизмы и модели процессов диффузии и выхода водорода из металлов в условиях внешней стимуляции нагревом, током, электромагнитным полем, УФ излучением, ускоренными электронами	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	22

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Взаимодействие водорода с металлами

Рассматривается процесс проникновения водорода в металлы, способы насыщения металлов водородом, типы дефектов и механизмы диффузии водорода в металлах.

Темы лекций:

1. Взаимодействие водорода с металлами.
2. Процесс проникновения водорода в металлы. Способы насыщения металлов водородом. Типы дефектов водородного происхождения.

Темы практических занятий:

1. Исследование явления переноса водорода в металлах.

Названия лабораторных работ:

1. Методы насыщения металлов водородом (электролитически и из газовой среды). Методики подготовки образцов для исследований.

Раздел 2. Методы исследования систем металл-водород.

Рассматриваются методы исследования систем металл-водород, методы измерения механических характеристик.

Темы лекций:

1. Ядерно и атомно - физические методы определения концентрации водорода. Методы исследования физических свойств. Метод электрон-позитронной аннигиляции. Акустические методы (измерение скорости звука, измерение затухания звуковых волн, метод акустической эмиссии).
2. Электрические методы. Измерение электросопративления. Вихретоковые методы. Метод Термо – ЭДС. Магнитные методы. Метод шумов Баргаузена. Измерение магнитной проницаемость и коэрцитивной силы.

Темы практических занятий:

1. Методы термостимулированного и радиационно-стимулированного газовыделения

Названия лабораторных работ:

1. Исследование распределения водорода в металлах и сплавах. Измерение электрических характеристик металлов и сплавов до и после насыщения водородом.

Раздел 3. Диффузия и выход водорода из металлов под действием термического, радиационного, АС и УФ воздействий.

Рассматриваются физические процессы при воздействии различных видов облучения.

Темы лекций:

1. Диффузия и выход водорода из металлов под действием термического и радиационного воздействия.
2. Влияния водорода на физико-механические свойства металлов и сплавов.

Темы практических занятий:

1. Динамика выхода изотопов водорода при радиационном и термическом воздействиях.
2. Методы измерения механических характеристик. Метод измерения микро- и нанотвёрдости. Диаграммы растяжения.
3. Гетерогенная хемилюминесценция в атомарном водороде

Названия лабораторных работ:

1. Испытания на одноосное растяжение. Исследование влияния водорода на нано- и микротвердость металлов и сплавов.
2. Исследование влияния водорода на физико-механические свойства металлов и сплавов.
3. Аппаратура для идентификации примесей диоксида серы, озона, аммиака, кислорода, углекислого газа методами ГХЛ.

Раздел 4. Механизмы и модели процессов диффузии и выхода водорода из металлов в условиях внешней стимуляции нагревом, током, электромагнитным полем, УФ излучением, ускоренными электронами

Рассматривается влияние электронной структуры на процессы неравновесной миграции водорода в металлах.

Темы лекций:

1. Экспериментальные методы исследования неравновесного выхода изотопов водорода.
2. Выход изотопов водорода, стимулированный пучком электронов различной энергии, электромагнитными полями.

Темы практических занятий:

1. Динамика выхода дейтерия в зависимости от плотности тока электронов и в условиях воздействия электромагнитных полей.
2. Динамика выхода изотопов водорода при одновременном стимулирующим и термическом воздействиях.
3. Коллективные электронные состояния в системах металл – водород.

Названия лабораторных работ:

1. Установка для изучения выхода дейтерия в условиях нарушенного термодинамического равновесия.
2. Методы насыщения материалов водородом в условиях безэлектродного ВЧ разряда.
3. Численное моделирование процессов диффузии водорода в металлах.

5.Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Выполнение индивидуального задания (подготовка по выбранной теме) и контролирующих мероприятий (выступление с презентацией) на научном семинаре.
- Изучение темы, выбранной на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Темы индивидуальных заданий:

1. Влияние состояния поверхности и предварительного облучения на термостимулированный выход изотопов водорода из металлов;
2. Локализация и подвижность водорода в металлах;
3. Подготовка поверхности образцов к измерениям;
4. Введение изотопов водорода в металлы;
5. Метод термостимулированного газовыделения;
6. Влияние предварительного облучения на термостимулированный выход изотопов водорода;
8. Установка для изучения радиационно-стимулированного газовыделения;
9. Ячейка для изучения in situ процессов неравновесной миграции водорода и дейтерия в металлах;
10. Выход водорода из металлов и сплавов под действием электронного пучка;
11. Выход атомарного водорода из металлов;
12. Эмиссия положительных ионов при облучении электронами палладия, насыщенного водородом и дейтерием;
13. Ячейка для регистрации эмиссии положительных ионов;
14. Удаление водорода из полупроводников;
15. Модель механизма радиационно-стимулированного газовыделения;
16. Радиационно-ускоренные диффузия и выход водорода;
17. Аналитические аппроксимации процессов неравновесной диффузии и выхода водорода;

18. Ионно-плазменная частота колебаний водорода;
19. Нелинейность в зависимости плотности потока изотопов водорода из металлов;
20. Релаксация колебательно–возбужденных состояний водорода на поверхности твердых тел;

Контроль самостоятельной работы: выступление на семинарах и конференциях, подготовка отчета о проведенных работах.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Тюрин Ю. И. Радиационно-стимулированный выход водорода из твердых тел : учебное пособие / Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – URL:http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m251.pdf – Режим доступа : из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.
2. Тюрин Ю. И. Аккумулирующие свойства водорода в твердом теле / Ю.И.Тюрин, И.П. Чернов.–Москва :Энергоатомиздат, 2000. – 258 с.
3. Радиационно-стимулированный выход водорода из металлов / Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов, М. Кренинг, Х. Баумбах. –Томск : Изд-во Томского ун-та, 2000. – 264 с.

Дополнительная литература:

1. Черданцев Ю. П. Методы исследования систем металл-водород : учебное пособие / Ю.П. Черданцев, И.П. Чернов, Ю.И. Тюрин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – URL:http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m91.pdf – Режим доступа : из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.
2. Вавилов В. С. Механизмы образования и миграции дефектов в полупроводниках / В.С. Вавилов, А.Е. Кив, О.Р. Ниязова. – Москва : Наука, 1981. – 368 с.– URL: http://booksshare.net/index.php?id1=4&category=physics&author=vavilov-vs&book=1981 – Текст : электронный.
3. Observation and manipulation of subsurface hydride in Pdandits effecton surface chemical, physical, and electronic properties / E.C.H. Sykes, L.C. Fernandez-Torres, S.U. Nanayakkara, B.A. Mantooth. – Текст : электронный //PNAS. – 2005.– Vol. 102, is. 50. – P. 17907-17911. – URL:https://www.pnas.org/content/102/50/17907 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
4. Radiation-stimulated hydrogen transferin metal sandalloys / I.P. Chernov, A.S. Rusetsky, D.N. Krasnov, V.V. Larionov [etal.]. – Текст : электронный// Journal of Engineering Thermophysics. –2011. – Vol. 20, is. 4. – P. 360-379. – URL:https://link.springer.com/article/10.1134%2FS1810232811040059 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
5. Ikeya M. Radiation-enhanced exhalation of hydrogen out of stainless steel / M. Ikeya, T. Miki, M. Touge. – Текст : электронный //Nature. –1981. –Vol.292, № 5824. – P. 613-615. – URL: https://www.nature.com/articles/292613a0 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
6. Diffusion of hydrogen in Pdassisted by in elastic ballistic hot electrons / M. Blanco-Rey, M. Alducin, J.I. Juaristi, P.L. deAndres. – Текст : электронный // Physical ReviewLetters. – 2012.– Vol. 108,is. 11. – P. 115902 (5). – URL: https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.108.115902 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
7. Reverse Mössbauereffect as a possible source of “hot” protons in hydrogen absorbing metals / P. Demontis, A. Gabrieli, M. Sant, G.B. Suffritti. – Текст : электронный // International Journal of Hydrogen Energy. – 2018. – Vol. 43, is. 3. – P. 1725-1735. –

URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319917345706 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
8. Low-energy collective electronic excitations in Pd metal / V.M. Silkin, I.P. Chernov, Y.M. Koroteev, E.V. Chulkov. – Текст : электронный // Physical Review B.– 2009. –Vol.80, is. 24. – P. 245114 (7). – URL:https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.80.245114 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
9. Diffusion and release of hydrogen from metals under the effect of ionizing radiation / Y.I. Tyurin, N.N. Nikitenkov, I.T. Sigfusson, A. Hashhash [et al.]. – Текст : электронный // Vacuum.– 2016. – Vol. 131. – P. 73-80. – URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042207X16301701?via%3Dihub – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
10. Levdanskii V. V. Radiation-induced drift of hydrogen and its trapping in metallic membranes and particles / V.V. Levdanskii, J. Smolik, P. Moravec. – Текст : электронный //Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2007. – Vol. 80, № 2. – P. 329-338. – URL:https://link.springer.com/article/10.1007/s10891-007-0043-7 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
11. Radiation-stimulated hydrogen transfer in metals and alloys // P. Chernov, A.S. Rusetsky, D.N. Krasnov, V.V. Larionov [et al.]. – Текст : электронный // Journal of Engineering Thermophysics. – 2011.– Vol. 20, №. 4. – P. 360-379.– URL: https://link.springer.com/article/10.1134%2FS1810232811040059 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
12. Tyurin Y. I. Radiation-induced hydrogen transfer in metals / Y.I. Tyurin, V.A. Vlasov, A.S. Dolgov. – Текст : электронный // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 652. – P. 012045 (7). – URL:https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/652/1/012045 – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
13. Comparative study of the hydrogen isotopes yield from Ti, Zr, Ni, Pd, Pt during thermal, electric current and radiation heating / Yu.I. Tyurin, V.S. Sypchenko, N.N. Nikitenkov, H. Zhang[et al.]. – Текст : электронный // International journal of hydrogen energy.– 2019. – Vol. 44, is. 36. – P. 20223-20238. – URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319919321007?via%3Dihub – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы): https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2522: Effects of Hydrogen on Materials: Metals and Alloys

2. Профессиональные Базы данных:

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – https://elibrary.ru

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**:

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player; AkelPad;
4. Cisco Webex Meetings;
5. Far Manager;
6. Google Chrome;
7. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
8. Mozilla Firefox ESR; Notepad++;
9. OEF OpenBoard; ownCloud Desktop Client;
10. Tracker Software PDF-XChange Viewer;

11. WinDjView; Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 122	Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт. Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 01	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт. Осциллограф цифровой запоминающий TDS2024B - 1 шт.; Прибор В 7-43 - 1 шт.; Комплект оборудование для испытательной машины COM-TEN - 1 шт.; Анализатор изображения на базе металлографич. инвертированного микроскопа ЛВ-31 - 1 шт.; Микроскоп МБС-9 - 1 шт.; Установка для исследования эффекта Холла в германиевом полупроводнике - 1 шт.; Машина механическая испытательная - 1 шт.; Анализатор-комплексный коррелятор оптических спектральных и топографических свойств поверхностных объектов "Centaur HR" - 1 шт.; Моторизованный линейный транслятор 8MT 175-100 - 1 шт.; Газоанализатор индивидуальный на водород H2 "Верба-В" 101040026655 - 1 шт.; Сцинтилляционный гамма-детектор на основе BaF2 - 2 шт.; ЛУ Изуч. вынужденных электромагнитных колебаний - 1 шт.; Микротвердомер КВ 5S WP-FA - 1 шт.; Осциллограф цифровой 2-канальный GDS-840C - 1 шт.; Генератор водорода HyGen 200 - 1 шт.; Моторизованный линейный транслятор 8MT 175-50 - 1 шт.; Источник питания GPS-183OD 0-18V-3A - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 204	Комплект учебной мебели на 4 посадочных мест;Шкаф для документов - 2 шт.;Тумба подкатная - 5 шт.;Стол лабораторный - 5 шт.;Полка - 1 шт.; Компьютер - 6 шт.; Принтер - 4 шт. Масс-спектрометр МХ 7304 - 1 шт.; Генератор чистого водорода ГВЧ-12М1 - 1 шт.; Блок фотоприемный - 1 шт.; Масс-спектрометр МС-7201 - 1 шт.; Источник излучения - 1 шт.; Система охлаждения и терморегулирования ионно-плазменной установки - 1 шт.; Система вакуумирование - 1 шт.; Ионная пушка - 1 шт.; Насос турбомолекулярный ТМП-303М - 1 шт.; Масс-спектрометрический комплекс - 2 шт.; Вакуумметр CC10 Televac - 2 шт.; Высоковакуумный шибер ДУ63 CF - 1 шт.; Установка для исследования радиационного и термического выделения газов из неорганических материалов - 2 шт.; Чиллер замкнутого типа HRS012-AF-20-B - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 1 шт.; Источник ускоренных электронов ИУЭ-100/2 - 1 шт.; Бидистиллятор TYP 2102 - 1 шт.; Блок пит.Шагового двигат. - 1 шт.; Насос спиральный ISP-500C-SH 101040025597 - 1 шт.; Установка для насыщения металлов, полупроводников и диэлектриков изотопами водорода из плазмы высокочастотного разряда УНМ-02 - 1 шт.; Установка для проведения опыта Франка и Герца с ртутью - 1 шт.; Безмаслянный спиральный форвакуумный насос Anest Iwata ISP-500C - 2 шт.; Аналитический модуль для исследования оптических спектров материалов в атомарном водороде и плазме - 1 шт.; Вакуумметр 979B-CF40 - 1 шт.; Спиральный форвакуумный насос - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций,	Комплект учебной мебели на 5 посадочных мест; Компьютер - 1 шт

	текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 Н3	Термостат жидкостный низкотемпературный "КРИО-ВТ-01" - 1 шт.; Автоматизированный комплекс Gas Reaction Controller LP - 1 шт.; Автоматизированный газовый контролер - 1 шт.; Прибор Г 4-116 - 1 шт.; Баллон 40 л - 1 шт.; Управляемый газовый реактор - 1 шт.; Управляемый газовый реактор для исследования процессов сорбции/десорбции газов в металлах и сплавах при высоких температурах - 1 шт.; Позиционер оптич. с поворотным моторизированным столом - 1 шт.; Осциллограф WaveAce 232 - 1 шт.; Компрессор Jun-air - 1 шт.; Турбомолекулярный насос TMP-303M - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 10-1 - 6 шт.; Портативный вакуумный бокс для образцов для работы с инертным газом - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 2,5-2 - 2 шт.; Ультразвуковой датчик 5-2 - 2 шт.; Измерительный прибор для контроля шероховатости и волнистости T1000 - 1 шт.; Баллон 40л-аргоновый с мембранным вентилем - 1 шт.; Спектрометр тлеющего разряда GD-PROFILER 2 - 1 шт.; Газоанализатор стационарный на водород H2 "Верба-СВ" - 1 шт.; Баллон газовый - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 2,5-1 - 4 шт.; Ультразвуковой датчик 5-1 - 4 шт. Зонт вытяжной - 1 шт.;Шкаф для документов - 1 шт.;Тумба подкатная - 5 шт.;Стол лабораторный - 4 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 202	Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест;Шкаф для документов - 5 шт.;Стол лабораторный - 1 шт.; Компьютер - 4 шт.; Принтер - 5 шт. Генератор чистого водорода ГВЧ-12М1 - 1 шт.; Чиллер замкнутого типа HRS012-AF-20-B - 1 шт.; Турбомолекулярный насос TMP-303M - 1 шт.; Установка для формирования пучка атомарного водорода из плазмы высокочастотного разряда - 2 шт.; Измерительная лаборатория на базе компьютера - 1 шт.; Аналитический модуль для исследования оптических спектров материалов в атомарном водороде и плазме - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.04.02 Физика / профиль подготовки Физика конденсированного состояния (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОЭФ		Тюрин Ю.И.

Программа одобрена на заседании Отделения экспериментальной физики (протокол от «_20__»__06__2019 г. №_6__).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры
д.т.н, профессор _____/Лидер А.М./
подпись