

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра теоретической и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института Якунина И.Н.
«19» января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.1.2

**«Физические принципы метода наноиндентирования
в физике твердого тела»**

Направление подготовки:

03.06.01 - ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность (профиль)

«ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации
по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная, заочная

Год набора

2020

Автор программы: доктор, физико-математических наук, профессор Шибков А.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 - ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 867).

Рабочая программа принята на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики «15» января 2021 года, протокол № 6.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины заключается в формировании современных представлений о физических принципах тестирования микромеханических свойств материалов методами наноиндентирования, а также в формировании универсальных и общепрофессиональных компетенций.

1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

- научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии; преподавательская деятельность в области физики и астрономии;
- освоение методов научных исследований; освоение теорий и моделей; участие в проведении физических исследований по выбранной тематике; участие в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий;
- освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной деятельности;
- освоение методов инженерно-технологической деятельности; участие в обработке и анализе полученных данных с помощью современных информационных технологий;
- знакомство с основами организации и планирования физических исследований; участие в информационной и технической организации научных семинаров и конференций; участие в написании и оформлении научных статей и отчетов.

1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Знает и понимает: - методы научно-исследовательской деятельности Код 31(УК-2)
	- основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира Код 32(УК-2)
	Умеет (способен продемонстрировать): - использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений Код У1(УК-2) Владет: - навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития Код В1(УК-2) - технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований Код В2(УК-2)
ПК-2 Готовность осуществлять теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, диэлектриков и полупроводников и механизмов изменения этих	Знает и понимает: - физическую природу свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников Код 31(ПК-2) - механизмы изменения свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников при различных внешних воздействиях Код 32(ПК-2)

свойств при различных внешних воздействиях	<p>Умеет (способен продемонстрировать):</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретически и экспериментально исследовать физико-механические свойства металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников Код У1 (ПК-2) - исследовать тонкую структуру металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников и механизмов изменения структуры различных внешних воздействий Код У1(ПК-2) <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими и экспериментальными методами изучения физической природы свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников Код В1(ПК-2) - технологиями изменения свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников, использующими различные внешние воздействия Код В2(ПК-2)
ПК-1 Способность к самостоятельной разработке экспериментальных методов изучения физических свойств и созданию физических основ технологии получения материалов с определенными свойствами	<p>Знает и понимает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальные методы изучения физических свойств металлов, их сплавов, диэлектриков, полупроводников Код 31 (ПК-1) - основы создания технологий получения материалов с определенными свойствами Код 32(ПК-1) <p>Умеет (способен продемонстрировать):</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно разрабатывать методы изучения физических свойств металлов, их сплавов, диэлектриков, полупроводников Код У1 (ПК- 1) - проектировать оригинальные установки для исследования физических свойств материалов Код У2(ПК- 1) <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологиями получения материалов с определенными свойствами Код В1(ПК-1) - навыками определения технологических режимов получения материалов с определенными свойствами Код В2(ПК-1)

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Физические принципы метода наноиндентирования в физике твердого тела» и их влияние на физические свойства твердых тел» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

УК-2 – История и философия науки

ПК-1 – Эмиссионные методы диагностики повреждений в деформируемых твердых телах, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Дефекты кристаллического строения

ПК-2 – Физика конденсированного состояния, Нелинейная динамика пластических неустойчивостей в металлах, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Физические принципы метода наноиндентирования в физике твердого тела» и их влияние на физические свойства твердых тел» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия, направленность (профиль) – Физика конденсированного состояния. Дисциплина по выбору.

Дисциплина «Физические принципы метода наноиндентирования в физике твердого тела» изучается в 3 семестре.

3. Объём и содержание дисциплины

3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

3.2 Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ	2/1	3/-	-	10/14	письменная самостоятельная работа
2.	Тема 2. ПРИНЦИПЫ И ТЕХНИКА НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ	2/1	3/-	-	10/14	письменная самостоятельная работа
3.	Тема 3. МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ МАТЕРИАЛА В НАНО- И СУБМИКРООБЕМАХ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ	2/1	2/-	-	10/14	письменная самостоятельная работа

4.	Тема 4. УПРУГОПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ	2/0.5	2/-	-	10/14	письменная самостоятельная работа
5	Тема 5. РАЗРУШЕНИЕ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ	2/0.5	2/-	-	10/12	письменная самостоятельная работа

Тема 1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ

Лекция. Статистические методы определения твердости. Твердость по Бринеллю. Твердость по Виккерсу. Микротвердость. Твердость по Роквеллу. Соотношение значений твердости, полученных различными статистическими методами, между собой и с механическими свойствами материалов. Динамические методы определения твердости. Твердость по Шору (метод упругого отскока бойка). Проба на твердость царапанием. Динамическая нано микротвердость.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Статистические методы определения твердости. Твердость по Бринеллю. Твердость по Виккерсу. Микротвердость. Твердость по Роквеллу. Соотношение значений твердости, полученных различными статистическими методами, между собой и с механическими свойствами материалов. Динамические методы определения твердости. Твердость по Шору (метод упругого отскока бойка). Проба на твердость царапанием. Динамическая нано микротвердость.

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 2. ПРИНЦИПЫ И ТЕХНИКА НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ

Лекция. Основы техники наноиндентирования. Информационные возможности наноиндентирования. Методы анализа P-h-диаграмм. Склерометрия. Перспективы развития техники наноиндентирования.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Основы техники наноиндентирования. Информационные возможности наноиндентирования. Методы анализа P-h-диаграмм. Склерометрия. Перспективы развития техники наноиндентирования.

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 3. АТОМНАЯ МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ МАТЕРИАЛА В НАНО- И СУБМИКРООБЕМАХ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ

Лекция. Упругий контакт. Контактная жесткость и модуль Юнга. Феноменология упругопластического перехода в наноконтакте. Гомогенное зарождение дислокаций под индентором. Роль различных факторов в инициировании начальной пластичности (состояние поверхности, примесные атомы, границы зерен, точечные дефекты).

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Упругий контакт. Контактная жесткость и модуль Юнга. Феноменология упругопластического перехода в наноконтакте. Гомогенное зарождение дислокаций под индентором. Роль различных факторов в инициировании начальной пластичности (состояние поверхности, примесные атомы, границы зерен, точечные дефекты).

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 4. УПРУГОПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ.

Лекция. Определение внутренних напряжений. Вреязависимые свойства (ползучесть, скоростная чувствительность твердости, скачкообразная деформация).

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Определение внутренних напряжений. Вреязависимые свойства (ползучесть, скоростная чувствительность твердости, скачкообразная деформация).

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 5. РАЗРУШЕНИЕ ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ

Лекция. Фазовые переходы при локальном деформировании. Разрушение в окрестности отпечатка. Размерные эффекты. Механические свойства и адгезия тонких пленок и многослойных покрытий.

Практическое занятие. Фазовые переходы при локальном деформировании. Разрушение в окрестности отпечатка. Размерные эффекты. Механические свойства и адгезия тонких пленок и многослойных покрытий.

Задания для самостоятельной работы: Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

4. Контроль знаний обучающихся

4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов

- письменная самостоятельная работа.

4.2 Типовые задания текущего контроля

Типовые темы самостоятельных работ

1. Общие принципы статистических методов определения твердости.
2. Определение твердости по Бринеллю, по Виккерсу, по Роквеллу.
3. Соотношение значений твердости, полученных различными статистическими методами,
4. между собой и с механическими свойствами материалов.
5. Общие принципы динамических методов определения твердости.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Вопросы для зачета

1. Перспективы развития техники наноиндентирования.
2. Контактная жесткость и модуль Юнга.
3. Определение внутренних напряжений.
4. Фазовые переходы при локальном деформировании.
5. Разрушение в окрестности отпечатка.

Типовые задания для зачета

1. Определить микротвердость по Виккерсу. Масса груза 100 гр. Диагональ отпечатка 120 мкм.

2. Найти твердость методом Бринелля. Нагрузка 4 Н. Диаметр отпечатка 1,3 мм, диаметр шарика 1 мм

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	УК-2	<p>Сформированные систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности</p> <p>Сформированные систематические представления об основных концепциях современной философии науки, основных стадиях эволюции науки, функциях и основаниях научной картины мира</p> <p>Сформированное умение использовать положения и категории философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений</p> <p>Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития</p> <p>Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности</p>
	ПК-1	<p>Сформированные систематические представления об экспериментальных методах изучения физических свойств металлов, их сплавов, диэлектриков, полупроводников</p> <p>Сформированные систематические представления об основах создания технологий получения материалов с определенными свойствами</p> <p>Сформированное умение самостоятельно разрабатывать методы изучения физических свойств металлов, их сплавов, диэлектриков, полупроводников</p> <p>Сформированное умение проектировать оригинальные установки для исследования физических свойств материалов</p> <p>Успешное и систематическое владение технологиями получения материалов с определенными свойствами</p> <p>Успешное и систематическое владение технологическими режимами получения материалов с определенными свойствами</p>
	ПК-2	<p>Сформированные систематические представления о физической природе свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников</p> <p>Сформированные систематические представления о механизмах изменения свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников при различных внешних воздействиях</p> <p>Сформированное умение теоретически и экспериментально исследовать физико-механические свойства металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников</p> <p>Сформированное умение исследовать тонкую структуру</p>

		<p>металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников и механизмов изменения структуры различных внешних воздействий</p> <p>Успешное и систематическое владение теоретическими и экспериментальными методами изучения физической природы свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников</p> <p>Успешное и систематическое владение технологиями изменения свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников, использующими различные внешние воздействия</p>
«не зачтено»	УК-2	<p>Неполные представления о методах научно-исследовательской деятельности</p> <p>Неполные представления об основных концепциях современной философии науки, основных стадиях эволюции науки, функциях и основаниях научной картины мира</p> <p>В целом успешное, но не систематическое использование положений и категорий философии науки для оценивания и анализа различных фактов и явлений</p> <p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития</p> <p>В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности</p>
	ПК-1	<p>Неполные представления об экспериментальных методах изучения физических свойств металлов, их сплавов, диэлектриков, полупроводников</p> <p>Неполные представления об основах создания технологий получения материалов с определенными свойствами</p> <p>В целом успешное, но не систематическое осуществляемое умение разрабатывать методы изучения физических свойств металлов, их сплавов, диэлектриков, полупроводников</p> <p>В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение проектировать оригинальные установки для исследования физических свойств материалов</p> <p>В целом успешное, но не систематическое применение технологий получения материалов с определенными свойствами</p> <p>Испытывает трудности при определении технологических режимов получения материалов с определенными свойствами</p>
	ПК-2	<p>Неполные представления о физической природе свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников</p> <p>Неполные представления о механизмах изменения свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников при различных внешних воздействиях</p> <p>В целом успешное, но не систематическое осуществляемое умение теоретически и экспериментально исследовать</p>

		<p>физико-механические свойства металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников</p> <p>В целом успешное, но не систематическое осуществляемое умение исследовать тонкую структуру металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников и механизмов изменения структуры различных внешних воздействий</p> <p>Испытывает затруднения в применении теоретических и экспериментальных методов изучения физической природы свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников</p> <p>Испытывает трудности при использовании технологий изменения свойств металлов, их сплавов, диэлектриков и полупроводников, использующими различные внешние воздействия</p>
--	--	---

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. М. : Машиностроение, 2007 . 493 с.
2. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности. М.: Машиностроение, 2009. 312 с.
3. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнологию: Учеб. пособие. М. : Машиностроение-1, 2003. 110 с.
4. Головин, Ю.И. Зондовые нанотехнологии / электрон. издан. — Тамбов: Изд-во ТГУ, 2008.
5. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии: учеб. пособ. для студ.; пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. М. : Техносфера, 2004. 327 с.
6. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. М. : Машиностроение, 2012. 653 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: «Издательство МСХА», 2001. – 616 с.
2. Oliver W.C., Pharr G.M. Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation: Advances in understanding and refinements to methodology // J. Mater. Res. 2004. Vol. 19. № 1. P. 3–20.
3. Domnich V., Gogotsi Yu. Phase Transformations in Silicon under Contact Loading // Rev. Adv. Mater. Sci. 2002. V. 3. P. 1–36.
4. Булычев С.И., Алехин В. П. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора. – М.: Машиностроение, 1990.
5. Виноградов В.Н., Сорокин Г.М. Механическое изнашивание сталей и сплавов: Учебник для ВУЗов. М.: Недра, 1996, 364 с.
6. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике. Изд. 2-е, испр. Москва: Техносфера, 2014. 174 с.
7. Springer Handbook of Nanotechnology / ed. by B. Bushan. Berlin: Springer, 2004. 1222 p.

5.3 Иные источники

К рекомендуемым Интернет-ресурсам по данной дисциплине относятся Интернет-ресурсы ведущих российских и зарубежных журналов, а также образовательные порталы и сайты ведущих российских университетов.

Интернет-ресурсы ведущих российских журналов по данной тематике:

www.journals.ioffe.ru/ftt – «Физика твёрдого тела»

www.journals.ioffe.ru/ftp – «Физика и техника полупроводников»

www.journals.ioffe.ru/pjtf – «Письма в журнал технической физики»

www.iournals.ioffe.ru/itf – «Журнал технической физики»

www.ietp.ac.ru – ЖЭТФ

www.ietpletters.ac.ru – «Письма в ЖЭТФ»

www.ufn.ru – «Успехи физических наук»

www.nanom.ru – «Российские нанотехнологии»

www.quant-electron.ru – «Квантовая электроника»

<http://impo.imp.uran.ru/fmm/> – «Физика металлов и металловедение»

Интернет-ресурсы иностранных журналов

www.aps.org

www.springeropen.com

Интернет-порталы: <http://window.edu.ni>: <https://elibrarv.ru>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Электронная информационно-образовательная среда

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

Лицензионное программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187, 00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» - URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Юрайт»: (ВО и СПО), включая коллекцию «Легендарные книги» - URL: www.urait.ru

6. Сетевая электронная библиотека педагогических вузов - URL: <https://lanbook.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
8. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» - URL: <https://нэб.рф>
9. Электронный справочник «Информо» - URL: www.informio.ru
10. БД издательства SpringerNature
 - URL: <https://link.springer.com/>
 - URL: <https://materials.springer.com/>
 - URL: <https://zbmath.org/>
 - URL: <https://goo.gl/PdhJdo> - БД Nano
11. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
12. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
13. БД Web of Science
 - URL:
WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved
14. Архив научных журналов зарубежных издательств URL: <https://arch.neicon.ru>
15. Словари ABBYY Lingvo x3 Европейская версия – установлены стационарно на ПК ТГУ