

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.1.1**
**«Электрофизические методы стабилизации механических свойств
авиационных сплавов»**

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
2021

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 углубленном изучении механизмов эволюции механических свойств материалов авиакосмической отрасли, а также принципов управления механическими свойствами материалов на основе электрофизических методов.

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

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
УК-4 Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает и понимает: - методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках Код 31(УК-4) - стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)
	Умеет (способен продемонстрировать): - следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках Код У1(УК-4)
	Владет: - навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4) - навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках Код В2(УК-4) - различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках Код В3(УК-4)
ПК-4 Готовность к разработке математических моделей	Знает и понимает: - методы построения математических моделей

<p>построения фазовых диаграмм состояния и прогнозированию изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения</p>	<p>фазовых диаграмм состояния Код 31(ПК-4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципиальные отличия фазовых диаграмм состояния тройных и четверных систем Код 32(ПК-4)
	<p>Умеет (способен продемонстрировать):</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать математические модели построения фазовых диаграмм состояния Код У1(ПК-4) - применять правило Гиббса при построении фазовых диаграмм состояния тройных и четверных систем Код У2(ПК-4)
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами прогнозирования изменения физических свойств конденсированного вещества в зависимости от внешних условий их нахождения Код В1(ПК-4)
<p>ПК-5 Готовность к изучению экспериментального состояния конденсированных веществ (сильное сжатие, ударные воздействия, изменение гравитационных полей, низкие температуры), фазовых переходов в них и их фазовые диаграммы состояния</p>	<p>Знает и понимает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - условия фазовых переходов в конденсированном веществе при сильных сжатиях, ударных воздействиях, низких температурах Код 31(ПК-5) - методы изучения экспериментального состояния конденсированного вещества Код 32(ПК-5)
	<p>Умеет (способен продемонстрировать):</p> <ul style="list-style-type: none"> - реализовывать экстремальные условия, вызывающие фазовые переходы в конденсированном веществе Код У1(ПК-5) - целенаправленно использовать сильное сжатие, ударное воздействие, низкие температуры для создания определенного структурного состояния Код У2(ПК-5)
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологиями сильного сжатия, ударного воздействия и воздействия низкими температурами на конденсированное вещество Код В1(ПК-5)

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

Дисциплина «Электрофизические методы стабилизации механических свойств авиационных сплавов» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

УК-4 – Иностранный язык, Современные методы и технологии научной коммуникации в области физики конденсированного состояния

ПК-4 – Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

ПК-5 – Нелинейная динамика пластических неустойчивостей в металлах, Электрофизические методы стабилизации механических свойств авиационных сплавов, Физика поверхностных явлений

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Электрофизические методы стабилизации механических свойств авиационных сплавов» 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 «Электрофизические методы стабилизации механических свойств авиационных сплавов» 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:

№ те мы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Физические и механические свойства авиационных алюминиевых сплавов	2/1	3/-	-	10/14	письменная самостоятельная работа
2.	Тема 2. Электропластическая деформация металлов	2/1	3/-	-	15/20	письменная самостоятельная работа
3	Тема 3. Действие электромагнитного поля на структуру и физико-механические свойства металлов и сплавов	3/1	3/-	-	15/20	письменная самостоятельная работа
4.	Тема 4. Некоторые аспекты подавления неустойчивой пластической деформации электрическим током	3/1	3/-	-	10/14	письменная самостоятельная работа

Тема 1. ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВИАЦИОННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Лекция. Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.

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

Тема 2. ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

Лекция. Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах. Дефектообразование и заживление дефектов в металлах электрическим током. Физические основы электроимпульсной обработки давлением.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах. Дефектообразование и заживление дефектов в металлах электрическим током. Физические основы электроимпульсной обработки давлением.

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

Тема 3. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Лекция. Действие электростатического поля на деформацию металлов и сплавов. Действие магнитостатического поля на деформационные процессы в металлах. Влияние импульсного электромагнитного поля на прочность металлов и сплавов.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Действие электростатического поля на деформацию металлов и сплавов. Действие магнитостатического поля на деформационные процессы в металлах. Влияние импульсного электромагнитного поля на прочность металлов и сплавов.

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

Тема 4. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОДАВЛЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.

Лекция. Эффект Портевена-Ле Шатлье в сплавах на основе алюминия. Подавление прерывистой деформации постоянным электрическим током малой плотности. Механизмы подавления неустойчивой деформации в металлах постоянным электрическим током малой плотности. Электротокое подавление акустической эмиссии при деформировании алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли.

Практическое занятие. Сообщения и доклады по следующим вопросам: Эффект Портевена-Ле Шатлье в сплавах на основе алюминия. Подавление прерывистой деформации постоянным электрическим током малой плотности. Механизмы подавления неустойчивой деформации в металлах постоянным электрическим током малой

плотности. Электротоковое подавление акустической эмиссии при деформировании алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли.

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

- самостоятельная работа.

4.2 Типовые задания текущего контроля

Типовые вопросы самостоятельных работ

1. Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg.
2. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu.
3. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.
4. Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта.
5. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов.
6. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Типовые вопросы для зачёта

1. Электронно-пластический эффект в металлах. Феноменология и механизмы.
2. Электропластический эффект в металлах и сплавах.
3. Скачкообразная деформация металлов, вызванная импульсами электрического тока.
4. Магнитопластический эффект в кристаллических материалах.
5. Влияние примесей на электропластический эффект.
6. Влияние температуры и скорости деформирования на характеристики электропластического эффекта.
7. Влияние на электропластичность пинч-эффекта и теплового действия тока.
8. Возможные механизмы электропластического эффекта.
9. Связь электропластического эффекта с динамикой неравновесного дислокационного ансамбля.
10. Эффект подавления полос деформации и прерывистой деформации постоянным электрическим током.
11. Влияние электрического тока на критическую деформацию появления первого деформационного скачка
12. Упрочнение и стабилизация пластического течения постоянным электрическим током.
13. Влияние прямоугольных импульсов тока на зарождение и рост деформационных полос в алюминиевом сплаве.
14. Механизмы подавления электрическим током деформационных полос в алюминиевых сплавах
15. Взаимодействие электрического тока с порами и малыми преципитатами в металлах и сплавах.

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«зачтено»	УК-4	<p>Сформированные и систематические знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p> <p>Сформированные систематические знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках</p> <p>Успешное и систематическое умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках</p> <p>Успешное и систематическое применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках</p> <p>Успешное и систематическое применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p> <p>Успешное и систематическое применение различных методов, технологий и типов коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>
	ПК-4	<p>Сформированные систематические представления о методах построения математических моделей фазовых диаграмм состояния</p> <p>Сформированные систематические представления о принципиальных отличиях фазовых диаграмм состояния тройных и четверных систем</p> <p>Сформированное умение разработки математических моделей построения фазовых диаграмм состояния</p> <p>Сформированное умение применять правило Гиббса при построении фазовых диаграмм состояния тройных и четверных систем</p> <p>Успешное и систематическое владение методами прогнозирования изменения физических свойств конденсированного вещества в зависимости от внешних условий их нахождения</p>
	ПК-5	<p>Сформированные систематические представления об условиях фазовых переходов в конденсированном веществе при сильных сжатиях, ударных воздействиях, низких температурах</p> <p>Сформированные систематические представления о методах изучения экспериментального состояния конденсированного вещества</p> <p>Сформированное умение реализовывать экстремальные условия, вызывающие фазовые переходы в конденсированном веществе</p> <p>Сформированное умение целенаправленно использовать сильное сжатие, ударное воздействие, низкие температуры для создания определенного структурного состояния</p> <p>Успешное и систематическое владение технологиями сильного сжатия, ударного воздействия и воздействия низкими температурами на конденсированное вещество</p>

«не зачтено»	УК-4	<p>Неполные знания методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p> <p>Неполные знания стилистических особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках</p> <p>В целом успешное, но не систематическое умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках</p> <p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа научных текстов на государственном и иностранном языках</p> <p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p> <p>В целом успешное, но не систематическое применение различных методов, технологий и типов коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>
	ПК-4	<p>Неполные представления о методах построения математических моделей фазовых диаграмм состояния</p> <p>Неполные представления о принципиальных отличиях фазовых диаграмм состояния тройных и четверных систем</p> <p>В целом успешное, но не систематическое осуществляемое умение разрабатывать математические модели построения фазовых диаграмм состояния</p> <p>В целом успешное, но не систематическое осуществляемое умение применять правило Гиббса при построении фазовых диаграмм состояния тройных и четверных систем</p> <p>Испытывает трудности при использовании методов прогнозирования изменения физических свойств конденсированного вещества в зависимости от внешних условий их нахождения</p>
	ПК-5	<p>Неполные представления об условиях фазовых переходов в конденсированном веществе при сильных сжатиях, ударных воздействиях, низких температурах</p> <p>Неполные представления о методах изучения экспериментального состояния конденсированного вещества</p> <p>В целом успешное, но не систематическое осуществляемое умение реализовывать экстремальные условия, вызывающие фазовые переходы в конденсированном веществе</p> <p>В целом успешное, но не систематическое осуществляемое умение целенаправленно использовать сильное сжатие, ударное воздействие, низкие температуры для создания определенного структурного состояния</p> <p>Испытывает трудности при использовании технологий сильного сжатия, ударного воздействия и воздействия низкими температурами на конденсированное вещество</p>

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

1. Троицкий О.А., Баранов Ю.В., Авраамов Ю.С. и др. Физические основы и технологии обработки современных материалов. Т.1. Институт компьютерных исследований. М. 2004. 590 с.
2. Троицкий О.А., Баранов Ю.В., Авраамов Ю.С. и др. Физические основы и технологии обработки современных материалов. Т.2. Институт компьютерных исследований. М. 2004. 468 с.
3. Фридляндер И.Н. Создание исследование и применение алюминиевых сплавов. Избранные труды. М.: Наука. 2014. 640 с.
4. Шибков А.А., Желтов М.А., Денисов А.А., Золотов А.Е. Прерывистая деформация и электропластичность алюминиевых сплавов // Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2017. 129 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Shibkov A.A., Denisov A.A., Zheltov M.A., Zolotov A.E., Gasanov M.F. The electric current-induced suppression of the Portevin - Le Chatelier effect in Al-Mg alloys // Materials Science & Engineering A 610. 2014. 338.
2. Шибков А.А., Денисов А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Гасанов М.Ф., Кочегаров С.С. Подавление прерывистой деформации Портевена-Ле Шателье постоянным электрическим током в алюминий-магниевого сплаве АМг5 // Физика твердого тела. 2015. Т. 57. № 2. С. 228.
3. Шибков А.А., Денисов А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Гасанов М.Ф., Иволгин В.И. Исследование влияния электрического тока на прерывистую деформацию и акустическую эмиссию в алюминий-магниевого сплаве АМг5 // Физика твердого тела. 2015. Т. 57. № 6. С. 1046.
4. Шибков А.А., Золотов А.Е., Денисов А.А., Гасанов М.Ф., Гребеньков О.В., Проскуряков К.А., Титов С.А., Чуфистова Е.А., Королева М.А. Подавление эффекта Портевена-Ле Шателье электрическим током в алюминий-магниевого сплаве АМг6 // Вестник ТГУ. 2015. Т. 20. № 1. С. 105.
5. Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А., Денисов А.А., Гасанов М.Ф. Исследование механизмов подавления прерывистой деформации электрическим током // Кристаллография. 2015. Т. 60. № 6. С. 938.
6. Шибков А.А., Золотов А.Е., Гасанов М.Ф., Желтов М.А., Гребеньков О.В. Влияние скачкообразной деформации алюминий-магниевого сплава на его электропроводность // Письма в ЖТФ. 2016. Т. 42. № 7. С. 37.
7. Шибков А.А., Гасанов М.Ф., Денисов А.А., Золотов А.Е., Иволгин В.И. Влияние импульсного тока на эффект Портевена-Ле Шателье в алюминий-магниевого сплаве АМг5 // ЖТФ 2017. Т. 87. № 4. С. 631-634.

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/fft – «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://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