

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института математики,
физики и информационных
технологий

Якунина И.Н.

«19» января 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.ОД.2**

«Численные методы математического моделирования»

Направление подготовки:

09.06.01 - ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль)

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

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 технических наук, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий Ковалева О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 875).

Рабочая программа принята на заседании кафедры математического моделирования и информационных технологий «22» декабря 2020 года, протокол № 4.

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 - изучение понятийного аппарата математического моделирования и численных методов, формирование навыков использования численных методов математического моделирования в самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; разработка программных комплексов для математического моделирования, формирование навыков использования программных комплексов в научно-исследовательской и педагогической деятельности; повышение квалификации в разработке фундаментальных основ и применении математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем.

1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- подготовка научных и научно-технических публикаций;
- изучение и разработка алгоритмов программных комплексов с использованием методов математического моделирования;
- планирование процессов и ресурсов для решения задач в области прикладной математики и информатики;
- формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской, педагогической и производственно - технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования.

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
ОПК-1 Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Знает и понимает: - современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код 31 (ОПК-1)
	Умеет (способен продемонстрировать): - использовать современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код У1 (ОПК-1)
	Владеет: - современным инструментарием и навыками исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код В1 (ОПК-1)

ПК-2 Готовность к реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента	Знает и понимает: - основные построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения Код 31 (ПК-2)
	Умеет (способен продемонстрировать): - использовать основные принципы построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения; синтезировать математические модели предметной области Код У1 (ПК-2)
	Владеет: - навыками решения задач, связанных с численными методами и комплексами программ Код В1 (ПК-2)

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

Дисциплина «Численные методы математического моделирования» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ОПК-1 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, Научно-исследовательская деятельность, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Системы искусственного интеллекта, Искусственные нейронные сети;

ПК-2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, Искусственные нейронные сети, Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Системы искусственного интеллекта, Искусственные нейронные сети.

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Численные методы математического моделирования» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"

Дисциплина «Численные методы математического моделирования» изучается во 2 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1 Объем 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. Численные методы – алгоритмическая основа разработки математических моделей. Математическое моделирование: основные понятия.	1/1	2/-	-/-	5/7	коллоквиум
2.	Тема 2. Основы теории погрешностей	1/1	2/-	-/-	5/7	собеседование
3.	Тема 3. Методы решения уравнения с одной переменной.	1/1	1/-	-/-	5/7	коллоквиум
4.	Тема 4. Методы решения систем линейных уравнений.	1/1	1/-	-/-	5/7	собеседование
5.	Тема 5. Методы интерполирования.	1/-	1/-	-/-	5/7	коллоквиум
6.	Тема 6. Методы вычисления определенных интегралов.	1/-	1/-	-/-	5/7	собеседование
7.	Тема 7. Решение дифференциальных уравнений и их систем.	1/-	1/-	-/-	5/7	коллоквиум
8.	Тема 8. Методы корреляционного и регрессионного анализа.	1/-	1/-	-/-	5/7	собеседование
9.	Тема 9. Методы поиска минимума.	1/-	1/-	-/-	5/7	коллоквиум
10.	Тема 10. Методы	1/-	1/-	-/-	5/5	собеседование

	линейного программирования.					
--	--------------------------------	--	--	--	--	--

Тема 1. Численные методы – алгоритмическая основа разработки математических моделей. Математическое моделирование: основные понятия

Лекция. Математическое моделирование: основные понятия, математическая модель, способы разработки математических моделей, этапы работы над математической моделью. Параметрическая идентификация математических моделей.

Практическое занятие.

Численные методы – алгоритмическая основа разработки математических моделей. Математическое моделирование: основные понятия.

Задания для самостоятельной работы:

1. Этапы работы над математической моделью
2. Математическое моделирование: основные понятия

Тема 2. Основы теории погрешностей

Лекция. Классификация математических моделей (модели статики и динамики, модели детерминированные и стохастические, модели с распределенными и сосредоточенными параметрами, модели стационарные, нестационарные и квазистационарные). Адекватность математической модели реальному объекту. Направления развития математического моделирования. Ситуации, в которых математическое моделирование может являться единственным инструментом познания.

Практическое занятие.

Основы теории погрешностей

Задания для самостоятельной работы:

1. Ситуации, в которых математическое моделирование может являться единственным инструментом познания.
2. Адекватность математической модели реальному объекту.

Тема 3. Методы решения уравнения с одной переменной

Лекция. Методы решения уравнения с одной переменной. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости решения уравнения с одной переменной из естественных наук. Этапы решения - отделение и уточнение корней. Методы уточнения корней: метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, метод простой итерации, комбинированный метод. Условия остановки методов.

Практическое занятие.

1. Методы решения уравнения с одной переменной

Задания для самостоятельной работы:

1. Методы уточнения корней
2. Метод половинного деления
3. Метод хорд
4. Метод касательных

Тема 4. Методы решения систем линейных уравнений

Лекция. Методы решения систем линейных уравнений. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости решения систем линейных уравнений. Алгоритм метода Гаусса.

Практическое занятие.

1. Методы решения систем линейных уравнений

Задания для самостоятельной работы:

1. Примеры задач, приводящих к необходимости решения систем линейных уравнений

Тема 5. Методы интерполирования

Лекция. Методы интерполирования. Общая постановка задачи. Привести примеры. Методы интерполирования функций одной и нескольких переменных: интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Параболическое интерполирование. Определитель Вандермонда. Достоинства и недостатки интерполирования, как метода построения математических моделей.

Практическое занятие.

1. Методы интерполирования. интерполирования

Задания для самостоятельной работы:

1. Методы интерполирования функций одной и нескольких переменных: интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона.

Тема 6. Методы вычисления определенных интегралов

Лекция. Методы вычисления определенных интегралов. Общая постановка задачи. Привести примеры. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Монте-Карло. Использование процедуры двойного пересчета

Практическое занятие.

1. Методы вычисления определенных интегралов

Задания для самостоятельной работы:

1. Методы вычисления определенных интегралов
2. Общая постановка задачи

Тема 7. Решение дифференциальных уравнений и их систем

Лекция. Решение дифференциальных уравнений и их систем. Общая постановка задачи. Привести примеры задач, приводящих к необходимости решения систем дифференциальных уравнений. Методы Эйлера, Эйлера с предикцией, Рунге-Кутты. Погрешности методов. Использование метода двойного пересчета шага вычислений. Технология решения систем дифференциальных уравнений.

Практическое занятие.

1. Решение дифференциальных уравнений и их систем

Задания для самостоятельной работы:

1. Привести примеры задач, приводящих к необходимости решения систем дифференциальных уравнений.

Тема 8. Методы корреляционного и регрессионного анализа

Лекция. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Общая постановка задачи. Привести примеры. Метод наименьших квадратов в случае линейной и нелинейной зависимостей. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду. Сравнение аппроксимации и интерполирования, как способов построения математически моделей на основе экспериментальных данных. Подсчет коэффициента корреляции.

Практическое занятие.

1. Методы корреляционного и регрессионного анализа

Задания для самостоятельной работы:

1. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду
2. Подсчет коэффициента корреляции

Тема 9. Методы поиска минимума

Лекция. Методы поиска минимума. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из естественных наук. Принципиальное отличие методов линейного и нелинейного программирования. Минимум функции одной переменной. Методы золотого сечения, парабол, ДСК (Девиса, Свенна и Кэмпи). Условия

остановки методов. Методы поиска минимума функций многих переменных. Простое сканирование области. Случайный поиск (Монте-Карло). Покоординатный спуск. Градиентные методы

Практическое занятие.

1. Методы поиска минимума

Задания для самостоятельной работы:

1. Метод золотого сечения
2. Метод парабол
3. Метод ДСК
4. Методы поиска минимума функций многих переменных. Простое сканирование области

Тема 10. Методы линейного программирования

Лекция. Методы линейного программирования. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из экономической сферы. Задача линейного программирования в случае двух переменных (пример). Основная идея и алгоритм симплекс-метода

Практическое занятие.

1. Методы линейного программирования

Задания для самостоятельной работы:

1. Задача линейного программирования в случае двух переменных (пример)

4. Контроль знаний обучающихся

4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов

1. Коллоквиум
2. Собеседование
3. Лабораторная работа

4.2 Типовые задания текущего контроля

Вопросы для коллоквиума:

1. Математическое моделирование: основные понятия, математическая модель, способы разработки математических моделей, этапы работы над математической моделью.
2. Параметрическая идентификация математических моделей.
3. Классификация математических моделей (модели статики и динамики, модели детерминированные и стохастические, модели с распределенными и сосредоточенными параметрами, модели стационарные, нестационарные и квазистационарные).
4. Адекватность математической модели реальному объекту.
5. Направления развития математического моделирования. Ситуации, в которых математическое моделирование может являться единственным инструментом познания.

Вопросы для собеседования:

1. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Общая постановка задачи. Привести примеры. Метод наименьших квадратов в случае линейной и нелинейной зависимостей. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду.
2. Сравнение аппроксимации и интерполирования, как способов построения математических моделей на основе экспериментальных данных. Подсчет коэффициента корреляции.
3. Методы поиска минимума. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из естественных наук.
4. Принципиальное отличие методов линейного и нелинейного программирования.

Минимум функции одной переменной.

5. Методы золотого сечения, парабол, ДСК (Девиса, Свенна и Кэмпбелла). Условия остановки методов. Методы поиска минимума функций многих переменных.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Вопросы зачета

1. Математическое моделирование: основные понятия, математическая модель, способы разработки математических моделей, этапы работы над математической моделью. Параметрическая идентификация математических моделей.
2. Классификация математических моделей (модели статики и динамики, модели детерминированные и стохастические, модели с распределенными и сосредоточенными параметрами, модели стационарные, нестационарные и квазистационарные). Адекватность математической модели реальному объекту. Направления развития математического моделирования. Ситуации, в которых математическое моделирование может являться единственным инструментом познания.
3. Методы решения уравнения с одной переменной. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости решения уравнения с одной переменной из естественных наук. Этапы решения - отделение и уточнение корней. Методы уточнения корней: метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, метод простой итерации, комбинированный метод. Условия остановки методов.
4. Методы решения систем линейных уравнений. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости решения систем линейных уравнений. Алгоритм метода Гаусса.
5. Методы интерполирования. Общая постановка задачи. Привести примеры. Методы интерполирования функций одной и нескольких переменных: интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Параболическое интерполирование. Определитель Вандермонда. Достоинства и недостатки интерполирования, как метода построения математических моделей.
6. Методы вычисления определенных интегралов. Общая постановка задачи. Привести примеры. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Монте-Карло. Использование процедуры двойного пересчета.
7. Решение дифференциальных уравнений и их систем. Общая постановка задачи. Привести примеры задач, приводящих к необходимости решения систем дифференциальных уравнений. Методы Эйлера, Эйлера с предикцией, Рунге-Кутты. Погрешности методов. Использование метода двойного пересчета шага вычислений. Технология решения систем дифференциальных уравнений.
8. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Общая постановка задачи. Привести примеры. Метод наименьших квадратов в случае линейной и нелинейной зависимостей. Приведение нелинейных зависимостей к линейному виду. Сравнение аппроксимации и интерполирования, как способов построения математических моделей на основе экспериментальных данных. Подсчет коэффициента корреляции.
9. Методы поиска минимума. Общая постановка задачи. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из естественных наук. Принципиальное отличие методов линейного и нелинейного программирования. Минимум функции одной переменной. Методы золотого сечения, парабол, ДСК (Девиса, Свенна и Кэмпбелла). Условия остановки методов. Методы поиска минимума функций многих переменных. Простое сканирование области. Случайный поиск (Монте-Карло). Покоординатный спуск. Градиентные методы.
10. Методы линейного программирования. Примеры задач, приводящих к необходимости поиска минимума из экономической сферы. Задача линейного

программирования в случае двух переменных (пример). Основная идея и алгоритм симплекс-метода.

Типовые задания для зачета:

1. Оценка интеграла методом Симпсона.
2. Решение уравнений. Метод дихотомии. 6. Решение уравнений. Метод Ньютона.
3. Решение уравнений. Метод итераций.
4. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
5. Решение задачи линейной оптимизации Симплекс методом

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ОПК-1	Демонстрирует высокий уровень знаний современных методологических основ исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники, прослеживает междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин) В полном объеме владеет современным инструментарием и навыками исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ПК-2	В полном объеме владеет навыками решения задач, связанных с численными методами и комплексами программ. Демонстрирует знание и понимание основных построений алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; видов комплексов программ, их особенности и способы построения. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«не зачтено»	ОПК-1	Демонстрирует слабый уровень знаний современных методологических основ исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники. Не может выделить междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин) Не может продемонстрировать владение современным инструментарием и навыками исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ПК-2	Не может продемонстрировать владение навыками решения задач, связанных с численными методами и комплексами программ. Не может продемонстрировать знание и понимание основных построений алгоритмов в виде комплексов

		проблемно-ориентированных программ; видов комплексов программ, их особенности и способы построения. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.
--	--	--

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1 Основная литература

1. Буйначев С.К. Применение численных методов в математическом моделировании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буйначев С.К.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 72 с.
2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 107 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10891-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454053>.
3. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 356 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02714-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449891>.

5.2 Дополнительная литература

1. Шевченко Г.И. Численные методы [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Шевченко Г.И., Куликова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62885.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12282.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Аверина, Т. А. Численные методы. Алгоритмы моделирования систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов / Т. А. Аверина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 156 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07204-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455467>.

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:

Операционная система Microsoft Windows 10 Home x64
Autodesk AutoCAD 2019
Autodesk Fusion360 2019
Autodesk Maya 2019
Adobe Photoshop CS3
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499
Node 1 year Educational Renewal Licence

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