МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____/ Шубаева В.Г./
«28» августа 2020 г.

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки	38.03.01 Экономика
Направленность (профиль) программы	Математическое моделирование и анализ данных в экономике
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Составитель(и):
_____/д.т.н., профессор Фридман Г.М.

Санкт-Петербург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ 3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 3
4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ 4
5. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ 5
6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА 6
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 6
7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины 6
7.2. Организация самостоятельной работы 7
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 8
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 8
9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 8
9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса 9
10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 10
11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 11
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 12

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: приобретение студентами необходимых знаний и навыков в области применения численных методов для решения экономических и управленческих задач.

Задачи:

- формирование представлений о возможностях численных методов для решения экономических и управленческих задач;
- ознакомление с современными инструментальными средами для программной реализации численных алгоритмов;
- получение навыков программной реализации численных алгоритмов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.02 «Численные методы» относится к выборным дисциплинам Блока 1, и является обязательной для освоения обучающимися после их выбора.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции выпускника	**Этапы формирования компетенций**	**Планируемые результаты обучения/индикаторы достижения компетенций (показатели освоения компетенции)**
ПК-1. способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих	*ПК-1*	***Знать*** *основные методы и инструменты сбора, обработки экономических данных; численные методы анализа и оптимизации* ***З(3) (ПК-1)*** ***Уметь:*** *выбирать численные методы для расчета показателей в соответствии с поставленной задачей* ***У(3) (ПК-1)*** ***Владеть:*** *навыками применения численных методов для расчета и оптимизации экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов* ***В(3) (ПК-1)***

субъектов		
ПК-7. способностью, используя отечественные и зарубежные источники информации, собрать необходимые данные проанализировать их и подготовить информационный обзор и/или аналитический отчет	*Третий уровень (продвинутый)* ***(ПК-7)-3***	***Знать:*** *технологии интеграции данных разных источников, методы их подготовки к проведению анализа* ***З3(1) (ПК-7)*** ***Уметь:*** *обоснованно выбирать и применять численные методы для предварительной обработки данных, используемых для формирования аналитической отчетности* ***У3(1) (ПК-7)*** ***Владеть:*** *навыками применения численных методов для обработки данных при анализе конкретных ситуаций* ***В3(1) (ПК-7)***
ПК-8. способностью использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии	*Второй уровень (углубленный)* ***(ПК-8)-2***	***Знать****: методики и инструментальные средства реализации численных методов* ***З2 (3) (ПК-8)*** ***Уметь:*** *выбирать инструментальные средства для реализации численных методов* ***У2 (3) (ПК-8)*** ***Владеть:*** *навыками реализации численных методов с использованием современных инструментальных средств для анализа конкретных ситуаций* ***В2(3) (ПК-8)***

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет (зачет с оценкой) – 7 семестр.

Распределение фонда времени по темам дисциплины представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение фонда времени по темам дисциплины

Номер и наименование тем *и/или разделов/тем*	Объем дисциплины (ак. часы)			
	Контактная работа			СРО
	ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Тема 1. Численные методы и компьютерные исследования – общий обзор	2			8
Тема 2. Аппроксимация и интерполяция	6	8		20
Тема 3. Методы численного интегрирования и дифференцирования	4	6		16
Тема 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	4	8		20
Тема 5. Численные методы линейной и нелинейной оптимизации	6	10		26

Всего по дисциплине:	**22**	**32**		**90**

*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

5. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Численные методы и компьютерные исследования – общий обзор.

Компьютерный анализ задачи и роль численных методов. Погрешность численного решения задачи. Проблема оценки достоверности результата. Типы ошибок.

Тема 2. Аппроксимация и интерполяция.

Примеры экономических задач, требующих приближенного определения значения функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Сплайн-интерполяция. Аппроксимация по методу наименьших квадратов. Общие формулы. Сравнительные достоинства и недостатки различных методов. Программная реализация методов в компьютерной математической среде Wolfram Mathematica.

Тема 3. Методы численного интегрирования и дифференцирования.

Численное дифференцирование таблично заданных функций. Вопросы точности. Основные квадратурные формулы численного интегрирования (методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Гаусса). Сравнительный анализ точности и эффективности. Программная реализация методов в компьютерной математической среде Wolfram Mathematica.

Тема 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Одношаговые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутта. Методы прогноза-коррекции для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, методы Милна, Адамса, Хэмминга. Понятия устойчивости и сходимости. Программная реализация методов в компьютерной математической среде Wolfram Mathematica.

Тема 5. Численные методы линейной и нелинейной оптимизации.

Основы теории нелинейной оптимизации (целевая функция, ограничения-равенства, ограничения-неравенства, локальный и глобальный оптимум). Примеры экономических задач, требующих численного решения задач оптимизации. Основные методы одномерного поиска: деление пополам, дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения. Сравнение методов. Основные методы многомерного поиска: градиентные методы, симплекс-

метод, метод штрафных функций – общие алгоритмы и программная реализация методов в математической среде Wolfram Mathematica.

Методы решения нелинейных уравнений и систем. Примеры экономических задач, требующих численного решения нелинейных уравнений.

Задачи линейного программирования. Некоторые численные методы алгебры. Обращение матриц, решение систем линейных уравнений. Определение границ устойчивости оптимального плана при изменении коэффициентов целевой функции и при изменении правых частей ограничений. Задачи целочисленного программирования. Метод ветвей и границ. Программная реализация методов в компьютерной математической среде Wolfram Mathematica.

6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия/ Семинарские занятия / Лабораторные работы

№ темы	Тема занятия	Вид занятия / Оценочное средство
1	*2*	*3*
2.	Интерполяционный многочлен Лагранжа; сплайн-интерполяция; аппроксимация по методу наименьших квадратов – программная реализация методов в среде Wolfram Mathematica.	ПЗ: Решение практических задач
3.	Численное дифференцирование таблично заданных функций; основные квадратурные формулы численного интегрирования – программная реализация методов в среде Wolfram Mathematica.	ПЗ: Решение практических задач
4.	Одношаговые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (методы Эйлера, модифицированный Эйлера, Рунге-Кутта); методы прогноза-коррекции (методы Милна, Адамса, Хэмминга) – программная реализация методов в среде Wolfram Mathematica.	ПЗ: Решение практических задач
5.	Основные методы одномерного и многомерного поиска; методы решения нелинейных уравнений и систем; задачи линейного и целочисленного программирования – программная реализация методов в среде Wolfram Mathematica.	ПЗ: Решение практических задач

* ПЗ – практические занятия, СЗ – семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Для формирования четкого представления об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине в самом начале учебного курса обучающийся должен ознакомиться с учебно-методической документацией:

– рабочей программой дисциплины: с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, перечнем знаний и умений, которыми в процессе освоения дисциплины должен владеть обучающийся,

– порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;

– графиком консультаций преподавателей кафедры.

Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционных и семинарских типов, а также выполнение самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину.

В процессе освоения дисциплины обучающимся следует:

– слушать, конспектировать излагаемый преподавателем материал;

– ставить, обсуждать актуальные проблемы курса, быть активным на занятиях;

– задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений;

– выполнять задания практических занятий полностью и установленные сроки.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, то обратится к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на занятиях семинарского типа.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, рекомендуется не позже, чем в 2 - недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме.

7.2. Организация самостоятельной работы

Под самостоятельной работой обучающихся понимается планируемая работа обучающихся, направленная на формирование указанных компетенций, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия.

Методическое обеспечение самостоятельной работы при наличии обучающихся лиц с ограниченными возможностями представляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Виды самостоятельной работы по дисциплине представлены в таблице 7.2.1.

Таблица 7.2.1 – Организация самостоятельной работы обучающегося

№ темы	Вид самостоятельной работы
1	*2*
1-5	Выполнение домашних заданий

№ темы	Вид самостоятельной работы
1-5	Подготовка к проверочным работам
1-5	Подготовка к контрольной работе
1-5	Подготовка к семестровым зачетам

Каждый вид СРО, указанный в таблице 7.2.1 обеспечен методическими материалами.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Численные методы» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

– практические задачи (темы № 2-5).

Использование активных и интерактивных методов обучения позволяет обучающимся лучше усваивать материал, повышает вовлеченность в образовательный процесс.

Практические задачи предполагают анализ предложенных фактов и данных, выбор необходимых методов и инструментов решения поставленной задачи, осуществление необходимых расчетов и аргументацию полученного результата.

9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Таблица 9.1.1 – Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Основная/ дополнительная литература	Книгообеспеченность	
		Кол-во. экз. в библ. СПбГЭУ	Электронные ресурсы
Гателюк, О. В. Численные методы : учебное пособие / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 140 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 111 с.	оОсновная	–	ЭБС Юрайт
Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург :	основная	–	ЭБС Юрайт

Изд-во Урал. ун-та ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 107 с.			
Фридман Г. М. Математика & Mathematica : избранные задачи для избранных студентов / Г.М.Фридман, С.Н.Леора .— Санкт-Петербург : Невский диалект : [БХВ-Петербург], 2010 .— 298 с. — Сведения доступны также по Интернету: opac.unecon.ru .	дополнительная	51	ЭБ OPAC.UNECON.RU
Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. В. Зенков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 122 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт
Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.]. — 5-е изд., перераб. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт

Таблица 9.1.2 – Перечень современных профессиональных баз данных (СПБД)

№	Наименование СПБД
1	Электронная библиотека Grebennikon.ru – www.grebennikon.ru
2	Научная электронная библиотека eLIBRARRY – www.elibrary.ru
3	Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru
4	База данных ПОЛПРЕД Справочники – www.polpred.com
5	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary – www.oecd-ilibrary.org

Таблица 9.1.3 – Перечень информационных справочных систем (ИСС)

№	Наименование ИСС
1	Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.consultant.ru)
2	Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru)
3	Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.kodeks.ru)
4	Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru
5	Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru
6	Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – www.znanium.com
7	Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru

9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Таблица 9.2.1 – Перечень программного обеспечения (ПО)

п/п	Наименование ПО
1	Microsoft Windows Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
2	Microsoft Office Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
3	7-Zip (freeware)
4	Wolfram Mathematica 12 (Сублицензионный договор № 328/20 от 20.08.2020г.)
5	Python 3.7.4 (freeware)

10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом и является приложением к рабочей программе дисциплины.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины «Численные методы» образовательной программы направления подготовки 38.03.01 «Экономика», направленность «Математическое моделирование и анализ данных в экономике», уровень – бакалавриат

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание номер и дата распорядительного документа о внесении	Подпись заведующего кафедрой
1				
2				