

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики и предпринимательства

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«___» _____ 20__ г. № ___

Рабочая программа дисциплины

«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
38.03.05 Бизнес-информатика

Направленность образовательной программы
**Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия
решений в экономике и бизнесе**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2022

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина *Б1.В.ДВ.02.01 Анализ данных* относится к части ООП направления подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-3. Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе	ПК-3.1. Осуществляет разработку и исследование экономико-математических моделей.	<i>Знать</i> методы решения различных вариантов задач оптимизации и их математические модели. <i>Уметь</i> осуществлять целенаправленный выбор методов решения оптимизационных задач в связи с требуемыми из их решений данными; анализировать и интерпретировать полученные результаты с точки зрения экономических выводов. <i>Владеть</i> навыками использования классических математических моделей оптимизационных задач экономики и выработки на основе их решения обоснованных управленческих решений.	<i>Задания (задачи), собеседования, курсовая работа</i>
	ПК-3.2. Разрабатывает и применяет компьютерные модели в экономических исследованиях	<i>Знает</i> способы использования программных средств для решения различных вариантов задач оптимизации. <i>Умеет</i> осуществлять выбор и правильное использование современных информационных технологии и программных средств решения оптимизационных задач. <i>Владеет</i> навыками использования современных информационных технологии для решения задач оптимизации.	<i>Задания (задачи), собеседования, курсовая работа</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	180		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):	67		
- занятия лекционного типа	32		
- практические занятия	32		
- контроль самостоятельной работы	3		
самостоятельная работа	77		
Промежуточная аттестация – экзамен, курсовая работа	экзамен (36), курсовая работ		

3.2 Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе																	
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них														Самостоятельная работа обучающегося, часы			
				Лекции			Практики			Лабораторные занятия			Консультации			Всего					
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная			
Тема1. Введение в оптимизацию и некоторые сведения из аналитической геометрии на плоскости и в n-мерном пространстве. Понятие о задачах оптимизации. Пример постановки простой плоской задачи экономической оптимизации. Уравнения прямой на плоскости: общее, с угловым коэффициентом, «в отрезках». Уравнение $x = 2$, как уравнение точки на прямой, прямой на плоскости... гиперплоскости в n-мерном пространстве. Понятия: области n – мерного пространства, её свойств; уравнения гиперповерхности в этой области. Замкнутая выпуклая область, её угловые и другие.точки. Задачи выпуклого и линейного программирования (ЛП).	32			8			8								16			16			
Тема 2. Методы нелинейной оптимизации. Необходимые условия оптимальности. Достаточные условия оптимальности. Задачи на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Условия регулярности. Теорема Каруша-Куна-	32			8			8									16			16		

Таккера. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Применение Excel для решения задач оптимизации.																				
Тема 3. Линейные математические модели в экономических исследованиях. Экономические задачи. Общий вид математической модели задачи ЛП. Различные формы задач линейного программирования. Графический метод решения задач ЛП. Симплекс-метод.	32			8			8								16			16		
Тема 4. Теория двойственности в задачах линейного программирования Построение двойственной задачи, ее экономическая интерпретация. Совместное решение прямой и двойственной задачи. Теоремы двойственности, теорема Куна-Таккера в форме двойственности; экономические интерпретации вектора Куна-Таккера; примеры, иллюстрирующие теорию. Обзор основных результатов и методов теории конечномерной оптимизации.	32			8			8								16			16		
В т.ч. текущий контроль	16														3			13		
Промежуточная аттестация – экзамен (36 часов), курсовая работа																				
Итого	180			32			32								67			77		

Семинарские занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Практическая подготовка предусматривает: выполнение проекта (учебно-исследовательской работы). На проведение семинарских занятий в форме практической подготовки отводится 3 часа

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- **практических навыков** в соответствии с профилем ОП (области профессиональной деятельности - 01 Образование и наука, 06 Связь и информационно-коммуникационные технологии, 07 Административно-управленческая и офисная деятельность, 08 Финансы и экономика):

аналитический:

- анализ запросов на изменение архитектуры и ИТ-инфраструктуры предприятия;
- анализ сферы деятельности, элементов архитектуры и ИТ-инфраструктуры предприятия;
- поиск инноваций в сфере ИКТ для решения задач в области профессиональной деятельности;
- анализ инноваций в экономике, управлении и информационно-коммуникативных технологиях;

научно-исследовательский:

- разработка и исследование экономико-математических моделей;
- разработка и применение компьютерных моделей в экономических исследованиях;
- подготовка научно-технических отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам выполненных исследований;
- представление научного исследования в форме доклада;

технологический:

- применение современных языков программирования для разработки ИТ-сервисов предприятия;
- применение современных подходов и стандартов по управлению ИТ-сервисами;
- применение современных методологий и средств проектирования и построения архитектур электронного предприятия;
- моделирование и описание бизнес-процессов электронного предприятия в контексте его архитектуры;

инновационно-предпринимательский:

- выявление потребности в инновациях ИТ и исследование новых рынков;
- применение компьютерных программ и технологий при разработке бизнес-планов;
- поиск и анализ современных практик продвижения товаров и услуг;
- применение современных методов продвижения инновационных программно-информационных продуктов и услуг.

- **компетенций** - ПК-3 (Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе)

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

4.1. Виды самостоятельной работы по дисциплине:

- Подготовка к практическим занятиям
- Самостоятельное изучение некоторых теоретических аспектов методов оптимизации на основе работы с литературой.
- Подготовка к собеседованиям.
- Работа с литературой (аннотирование научных журнальных статей относящихся к методам оптимизации).
- Выполнение курсовой работы.

4.2. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Изучаемый курс считается освоенным, если по каждой из частей обучающимся продемонстрировано наличие определенного круга знаний, навыков, умений, позволяющих положительно оценить его работу по каждой части и, следовательно, по курсу в целом.

4.3. Методические указания по выполнению заданий для самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Она способствует углублению и расширению знаний, формированию интереса к познавательной деятельности, овладению приемами процесса познания, развитию познавательных способностей.

Обучающиеся выполняют домашние задания, дают письменные ответы на вопросы, выполняют индивидуально и в группах задания и проводят необходимые действия по подготовке проектной работы, конспектируют научную и учебную литературу по изучаемым темам, готовят обзор публикаций по актуальным проблемам исследования по тематике проекта.

Качество самостоятельной работы обучающегося проверяется преподавателем во время практических занятий, при выполнении расчетно-графических работ, по результатам выполнения заданий, опросов, по результатам написания курсовой работы и ее презентации, а также по степени активности участия во время занятий. По мере изучения дисциплины по составленным программным вопросам самим обучающимся осуществляется самоконтроль. Итоговый контроль представляет собой аттестацию обучающихся по всем видам работы.

4.5. Методические рекомендации по курсовой работе

Выполнение курсовой работы проводится с целью формирования общепрофессиональных компетенций и способностей к научно-исследовательской работе, позволяющих:

- осуществлять поиск и использование информации (в том числе справочной, нормативной и правовой), сбор данных с применением современных информационных технологий, необходимых для решения профессиональных задач;

- выбирать инструментальные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, применяя современный математический аппарат, программные продукты;

- анализировать результаты расчетов, используя современные методы интерпретации данных, обосновывать полученные выводы.

Темы курсовых работ, требования к ним и рекомендации по их выполнению доводятся до сведения обучающихся в начале соответствующего семестра.

Основными функциями руководителя курсовой работы являются:

- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения курсовой работы;

- рекомендации обучающемуся в подборе необходимой литературы и фактического материала;

- контроль хода выполнения курсовой работы;

- проверка и оценивание курсовой работы.

Курсовая работа должна содержать:

- введение, в котором обосновывается актуальность темы, формулируются цели и задачи работы;

- основную часть, которая включает постановку рассматриваемой задачи, описание методики исследования, описание решения задачи, анализ полученных результатов;

закключение, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно практического применения материалов работы;

список используемых источников и интернет-ресурсов.

Курсовая работа, оформленная в соответствии с требованиями, подписывается обучающимся и представляется на электронном и бумажном носителях на кафедру для проверки.

Обучающийся, не выполнивший в срок курсовую работу или получивший неудовлетворительную оценку на защите, не допускается к сдаче экзамена по соответствующей дисциплине и должен подготовить и защитить курсовую работу в период ликвидации академической задолженности.

Требования к оформлению курсовой работы

Оптимальный объем творческой работы составляет 20-30 страниц машинописного (через полтора интервала) текста (исключая рисунки, таблицы, графики, список литературы и приложения). Текст печатается на одной странице стандартного листа бумаги размером А4 (210х297 мм). Поля у каждой страницы работы должны иметь следующие размеры: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 25 мм. Текст выровнен по обоим краям.

– Текст должен быть набран шрифтом Times New Roman, размер 14 пт, межстрочное расстояние 1,5 пт (полуторный).

– Все страницы работы, включая иллюстрации и приложения, нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы без пропусков и повторений. Первой страницей считается титульный лист, на нем цифра «1» не ставится, а на следующей странице ставится цифра «2» и т.д. Порядковый номер помещается в середине верхнего поля страницы.

– Весь материал работы в соответствии с содержанием разделяется на главы, которые должны иметь порядковые номера. Главы могут быть разбиты на параграфы. Каждую главу рекомендуется начинать с новой страницы. Наименования глав должны быть по возможности краткими, соответствовать содержанию, печататься в виде заголовка прописными буквами без подчеркивания (возможен жирный шрифт), и должны быть центрированы. После заголовка следует оставить две пустые строки. Подзаголовки располагаются с левой стороны и выделяются подчеркиванием и вписываются в начало абзаца.

– Иллюстративные материалы выносятся в приложения, если они перегружают основной текст. Обозначения на схемах не должны быть больше, чем размер букв в тексте. Некоторые схемы, таблицы, иллюстрации по согласованию с руководителем могут быть выполнены на листах ватмана и использованы для наглядности на защите. Подписи должны быть напечатаны в строке непосредственно под рисунком. Оформление библиографических ссылок – в соответствии с современными требованиями. Оформленная работа брошюруется в специальных папках.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

1. Общая постановка конечномерной задачи оптимизации
2. Примеры постановок оптимизационных задач в экономике
3. Виды экстремумов.
4. Задача безусловной оптимизации. Необходимые условия локальной оптимальности.
5. Задача безусловной оптимизации. Достаточные условия локальной оптимальности.
6. Задача условной оптимизации
7. Задача математического программирования.
8. Задача выпуклого программирования.
9. Задача линейного программирования.
10. Геометрическая интерпретация двумерной задачи условной оптимизации.
11. Графический метод решения задач математического программирования.
12. Функция Лагранжа. Правило множителей.
13. Частные случаи правила множителей.
14. Теорема регулярности.
15. Теорема Каруша-Куна-Таккера в дифференциальной форме.
16. Экономические интерпретации вектора Куна-Таккера.
17. Построение двойственной задачи к задаче линейного программирования.
18. Возможные интерпретации двойственной задачи и двойственных переменных (на примере задачи линейного программирования).
19. Основная теорема двойственности.
20. Формы записи задачи линейного программирования.
21. Графический метод решения задачи линейного программирования.
22. Теорема двойственности в задачах линейного программирования.
23. Решение задач линейного программирования на основе теории двойственности.
24. Симплекс-метод: основные понятия (опорная точка, базис опорной точки).
25. Симплекс-метод: параметры симплекс метода.
26. Симплекс-метод: правило оптимальности
27. Симплекс-метод: правило отсутствия решения.
28. Симплекс-метод: правило перехода к новой вершине.
29. Организация ручного счета по симплекс-методу (симплекс-таблицы).
30. Метод искусственного базиса.

5.2.2. Примеры контрольных заданий (задач)

1. Преобразовать к основной, стандартной и канонической формам

$$\begin{aligned}
 4x_1 + x_2 + 3x_3 &\rightarrow \max, \\
 2x_1 + x_2 + x_3 &\geq 1, \\
 3x_2 + x_3 &= 2,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -x_1 + 5x_2 + 2x_3 &\leq 4, \\
 x_2 &\geq 0, \quad x_3 \geq 0.
 \end{aligned}$$

2. Используя геометрические построения, найти решение

$$\begin{aligned}
 2x_1 + x_2 &\rightarrow \max \\
 -x_1 + x_2 &\leq 2, \\
 x_1 + 2x_2 &\leq 7, \\
 4x_1 - 3x_2 &\leq 6, \\
 x_1 &\geq 0, \quad x_2 \geq 0.
 \end{aligned}$$

3. Построить двойственную задачу

$$\begin{aligned}
 17x_1 - 5x_2 + x_3 + x_4 - 8x_5 &\rightarrow \max, \\
 3x_1 - 3x_2 - x_3 + 4x_4 + 7x_5 &\leq 11, \\
 x_1 - 5x_2 - 5x_3 + x_4 + 2x_5 &\geq -8, \\
 x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 - x_5 &= 4, \\
 x_1 &\geq 0, \quad x_4 \geq 0.
 \end{aligned}$$

4. Используя теорию двойственности и геометрические построения, найти решение

$$\begin{aligned}
 7x_1 + x_3 - 4x_4 &\rightarrow \max, \\
 x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 &\leq 6, \\
 2x_1 + x_2 - x_3 &\leq -1, \\
 x_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, 4.
 \end{aligned}$$

5. Определить, имеются ли среди указанных точек решения задач линейного программирования

$$\begin{aligned}
 -2x_1 + 3x_2 + x_3 &\rightarrow \max, \\
 3x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 &\leq 3, \\
 x_1 + x_2 + x_3 - 3x_4 &\leq -1, \\
 -5x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 &\leq -3, \\
 x^1 &= (1, 3, 0, 3), \\
 x^2 &= (0, -1, 3, 2), \\
 x^3 &= (5, 0, -6, 0).
 \end{aligned}$$

6. Найти решения задач методом полного перебора вершин

$$\begin{aligned}
 x_1 + x_2 + x_3 &\rightarrow \max, \\
 x_1 - x_2 + x_3 &\leq 4, \\
 2x_1 + x_2 + x_3 &\leq 3, \\
 3x_1 + x_2 + 2x_3 &\leq 6, \\
 -x_1 + 2x_2 - x_3 &\leq -3.
 \end{aligned}$$

7. Фирма производит три вида продукции A, B, C , для выпуска каждой из которых требуется определённое время обработки на всех четырёх устройствах 1, 2, 3, 4.

Вид продукции	Время обработки (ч.)				Прибыль (усл.ед.)
	1	2	3	4	
A	1	3	1	2	3
B	6	1	3	3	6
C	3	3	2	4	4

Пусть время работы на устройствах - соответственно 84, 42, 21 и 42 ч. Определить, какую продукцию и в каких количествах следует производить. (Предполагается, что рынок сбыта для каждого продукта не ограничен; временем, требуемым для переключения устройства в зависимости от вида продукции, можно пренебречь. Требуется рассмотреть задачу максимизации прибыли).

8. В области имеются два цементных завода и три потребителя их продукции – домостроительные комбинаты. В таблице указаны суточные объёмы производства цемента, суточные потребности в нем комбинатов и стоимость перевозки 1 т цемента от каждого завода к каждому комбинату.

Заводы	Производство цемента (т/сут)	Стоимость перевозки 1 т цемента (усл.ед.)		
		Комбинат 1	Комбинат 2	Комбинат 3
1	40	10	15	25
2	60	20	30	35
	Потребность в цементе (т/сут)	50	20	30

Требуется составить план суточных перевозок цемента с целью минимизации транспортных расходов.

9. Для серийного изготовления детали механический цех может использовать пять различных технологий обработки на токарном, фрезерном, строгальном и шлифовальном станках. В таблице указано время (в минутах) обработки детали на каждом станке в зависимости от технологического способа, а также общий ресурс рабочего времени каждого станка за смену.

Требуется указать технологию, максимизирующую выпуск.

Станки	Технологические способы					Ресурс времени станков (мин)
	1	2	3	4	5	
Токарный	2	1	3	0	1	4100
Фрезерный	1	0	2	2	1	2000
Строгальный	1	2	0	3	2	5800
Шлифовальный	3	4	2	1	1	10800

10. Исследовать на основе правила множителей

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \rightarrow \text{extr},$$

$$P = \mathbf{R}^3,$$

$$g_1(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 - x_2 + x_3 \leq 5,$$

$$g_2(x_1, x_2, x_3) = x_1 + x_2 + x_3 = 3.$$

5.2.3. Темы (примерные) курсовых работ

1. Сетевая транспортная задача
2. Распределительная задача
3. Задача коммивояжера
4. Дискретные задачи линейного программирования
5. Оптимизация стоимости выполнения проекта

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Зенков, А. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05377-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473421> (дата обращения: 12.04.2021).
2. ЭУК Методы оптимальных решений <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4469>

б) дополнительная литература

1. Набатова, Д. С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений : учебник и практикум для вузов / Д. С. Набатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02699-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469195> (дата обращения: 12.04.2021).
2. Системы поддержки принятия решений : учебник и практикум для вузов / В. Г. Халин [и др.] ; под редакцией В. Г. Халина, Г. В. Черновой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 494 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01419-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450379> (дата обращения: 12.04.2021).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Прикладное программное обеспечение Microsoft Office

3. www.gks.ru / Федеральная служба государственной статистики.

7.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине используются аудитории, специально оснащенные компьютером, проектором или ЖК-телевизором, акустической системой и микрофоном (при необходимости), а также меловой доской большого размера.

Для выполнения заданий СРС студентам обеспечен доступ в интернет, а также доступ к ресурсам электронной библиотеки ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, направленность «Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия решений в экономике и бизнесе».

Автор

доцент кафедры ММЭП, к.ф.-м.н. _____ Семенов А.В.

Рецензент

доцент кафедры ДУМиЧА ИИТММ, к.ф.-м.н. _____ Круглов Е.В.

Заведующий кафедрой ММЭП

д.ф.-м.н., профессор _____ Кузнецов Ю.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института экономики и предпринимательства

от «__» _____ 20__ года, протокол № _____.