

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Информационные технологии»



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Методы оптимизации

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования
бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)
«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»

Форма обучения
очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2019

Преподаватель (преподаватели):

Гусев В.В., доцент, к.ф.-м.н., кафедра информационных технологий

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись



Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры информационных технологий

(название кафедры)

Протокол заседания №8 «23» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой



Нурматова Е.В.

Оглавление

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)	4
3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий	5
7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)	8
8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	8
9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	8
10 Ресурсное обеспечение.....	14
11. Язык преподавания	16

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины:

- формирование у студентов знаний о математических моделях сложных систем и методов их оптимизации.
- сформировать навыки использования методов оптимизации для решения практических задач;
- заложить основу для дальнейшего изучения современных методов построения, анализа и управления сложными системами

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ различных задач математического программирования, свойств и методов их решения;
- формирование практических навыков построения и анализа математические модели, используемые в теории методов оптимизации;

2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

Математическое обеспечение ЭВМ

(указываются из перечисленных в п.4.2 ФГОС ВО)

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.3.1 «Методы оптимизации» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока дисциплин ОПОП ВО.

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны иметь твердые знания, навыки, умения и компетенции по предметам «Математический анализ», «Линейная алгебра». Осваиваемые компетенции: ОПК-5, ПК-3.

Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к изучению дисциплин «Теория принятия решений» и к защите выпускной квалификационной работы и последующей профессиональной деятельности по направлению подготовки бакалавров 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

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

Формируемые компетенции <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-5 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	Код 31 (ОПК-5) Знать: Основные задачи математического программирования, их свойства и методы решения. Свойства и методы решения задачи линейного программирования (ЗЛП). Примеры ЗЛП Методы решения специальных задач линейного программирования Численные методы оптимизации Код У1 (ОПК-5) Уметь:

	<p>формулировать постановку основных задач математического программирования; формулировать постановку и основные свойства задачи линейного программирования; уметь формулировать практические задачи и программировать основные алгоритмы</p> <p>Код В1 (ОПК-5) Владеть: навыками использования алгоритмов методов оптимизации при решении практических задач; умением представлять и анализировать результаты расчётов практических задач</p>
<p>ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности</p>	<p>Знать: основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем</p> <p>Уметь: использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ</p> <p>Владеть: навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач</p>

5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых:

51 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

- 17 часов – лекционные занятия;
- 34 часов – практические занятия;
- 54 часа – мероприятия промежуточной аттестации⁴ (экзамен),
- 75 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

<i>№ Темы</i>	<i>Наименование темы</i>	<i>Содержание темы</i>
---------------	--------------------------	------------------------

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

1	Задачи математического программирования	Введение. Классификация задач математического программирования. Примеры задач математического программирования. .
2	Задача линейного программирования (ЗЛП).	Примеры задач линейного программирования. Основные термины ЗЛП (целевая функция, допустимое множество решений, оптимальное решение). Формы представления ЗЛП (развернутая, матричная, векторная). Каноническая и стандартная формы ЗЛП. Сведение Общей задачи линейного программирования к стандартной или канонической. Геометрическая интерпретация задачи ЗЛП. Графический способ решения ЗЛП. Анализ допустимой области ЗЛП.
3	Математические свойства задачи линейного программирования (ЗЛП)	Выпуклая комбинация точек. Внутренние, граничные и угловые точки выпуклого множества. Замкнутое множество. Свойства выпуклых множеств. Свойство отделимости выпуклых множеств. Выпуклый многогранник. Свойство выпуклости допустимой области ЗЛП. Алгебраическое определение угловой точки допустимой области ЗЛП.
4	Теория симплекс метода.	Понятие допустимого базисного решения (ДБР). Допустимое базисное решение и угловая точка выпуклого многогранника. Основная теорема ЗЛП. Переход от вершины к вершине. Построение оптимального базисного плана. Построение симплекс таблицы. Вычислительная схема симплексного метода. Проблема поиска опорного плана. Метод искусственного базиса и симплексный метод
5	Специальные задачи линейного программирования	Целочисленное программирование. Метод ветвей и границ. Транспортная задача. Определение открытой и сбалансированной задачи. Алгоритм приведения открытой транспортной задачи к сбалансированной. Свойства транспортной задачи. Метод нахождения начальной угловой точки.(метод северо-западного угла) Метод потенциалов. Примеры транспортных задач. Задача о назначении.
6.	Численные методы задачи вычисления оптимального решения.	Методы прямого поиска . Метод деления отрезка пополам , метод Фибоначчи, метод золотого сечения. Метод бисекции. Градиентные методы: метод наискорейшего спуска, метод Ньютона. Метод последовательной интерполяции.

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 ²								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Земестр													
Тема 1 Задачи математического программирования		2		2						4			
Тема 2 Задача линейного программирования (ЗЛП)		4		6				ПР-2.1	10	15			15
Тема 3 Математические свойства задачи линейного программирования (ЗЛП)		4		8					12				
Тема 4 Теория симплекс метода		2		10				ПР-2.2	12	20			20
Тема 5 Специальные задачи линейного программирования		3		4				ПР-2.3	7	20			20
Тема 6 Численные методы задачи вычисления оптимального решения		2		4					6	20			20
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	54	X								X			
Итого		17		34					51	75			75

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Задания к выполнению контрольных работ.

Задания к практическим занятиям

8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы (занятий) и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины (модуля).

Перечень обязательных видов работы студента:

- Посещение лекционных занятий;
- посещение семинарских занятий;
- выполнение контрольных работ;
- самостоятельная работа студента (СРС) направлена на закрепление навыков самостоятельного выполнения тематических заданий;
- подготовка к опросу (рубежный контроль);
- участие в групповых дискуссиях на семинарских занятиях;
- сдача экзамена.

9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

ОПК-5: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. **ПК-3 :** способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

Полная карта компетенции ОПК-5 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника»

Описание шкал оценивания

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	32
2	Аудиторные занятия (посещение)	17
3	Решение контрольных заданий (самостоятельная работа)	21
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании

повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

	Недели работ																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2					ВЗ 1			ЗЗ 1	ВЗ 2			ЗЗ-2	ВЗ 3			ЗЗ 3	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине Компетенция ОПК-5³

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *	Уровень освоения компетенции *	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		<i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					
		1	2	3	4	5	
Код 31 (ОПК-5) <i>Знать:</i> Основные задачи математического программирования, их свойства и методы решения. Свойства и методы решения задачи линейного программирования (ЗЛП). Примеры	I - пороговый	Отсутствует	Не знает или знает слабо основные задачи математического программирования, их свойства и методы решения; свойства и	Удовлетворительно знает основные задачи математического программирования, их свойства и методы решения; свойства и	Хорошо знает основные задачи математического программирования, их свойства и методы решения;	Демонстрирует свободное и уверенное знание основных задач математического программирования, их свойства и методы решения; свойств и методов решения задачи линейного	Устное собеседование.

³ Данная таблица заполняется по каждой компетенции, формирование которой предусмотрено рабочей программой дисциплины (модуля), отдельно.

<p>ЗЛП Методы решения специальных задач линейного программирования Численные методы оптимизации результаты расчётов практических задач</p>			<p>методы решения задачи линейного программирования (ЗЛП); примеры ЗЛП; методы решения специальных задач линейного программирования; основные задачи и методы оптимизации на графах. Допускает множественные грубые ошибки.</p>	<p>методы решения задачи линейного программирования (ЗЛП); примеры ЗЛП; методы решения специальных задач линейного программирования; основные задачи и методы оптимизации на графах, но допускает достаточно серьезные ошибки.</p>	<p>свойства и методы решения задачи линейного программирования (ЗЛП); примеры ЗЛП; методы решения специальных задач линейного программирования; основные задачи и методы оптимизации на графах. Допускает отдельные негрубые ошибки.</p>	<p>программирование (ЗЛП); примеры ЗЛП; методов решения специальных задач линейного программирования; основных задач и методов оптимизации на графах. Не допускает ошибок.</p>	
<p>Код У1 (ОПК-5) Уметь: формулировать постановку основных задач математического программирования; формулировать постановку и основные свойства задачи линейного программирования; уметь формулировать практические задачи и программировать основные алгоритмы</p>	<p>I - пороговый</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Демонстрирует частичное умение формулировать постановку основных задач математического программирования; формулировать постановку и основные свойства задачи линейного программирования; уметь формулировать практические задачи и программировать основные алгоритмы. Допускает множественные грубые ошибки.</p>	<p>Демонстрирует частичное умение формулировать постановку основных задач математического программирования; формулировать постановку и основные свойства задачи линейного программирования; уметь формулировать практические задачи и программировать основные алгоритмы. Допускает достаточно серьезные ошибки.</p>	<p>Демонстрирует достаточное устойчивое умение формулировать постановку основных задач математического программирования; формулировать постановку и основные свойства задачи линейного программирования; уметь формулировать практические задачи и программировать основные алгоритмы</p>	<p>Демонстрирует устойчивое умение формулировать постановку основных задач математического программирования; формулировать постановку и основные свойства задачи линейного программирования; уметь формулировать практические задачи и программировать основные алгоритмы, не допускает ошибок.</p>	<p>ПКЗ</p>

					, но допускает отдельные негрубые ошибки.		
Код В1 (ОПК-5) Владеть: навыками использования алгоритмов методов оптимизации при решении практических задач; умением представлять и анализировать	I - пороговый	Отсутствие владения	Демонстрирует низкий уровень владения навыками использования алгоритмов методов оптимизации при решении практических задач; умением представлять и анализировать результаты расчётов практических задач. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками использования алгоритмов методов оптимизации при решении практических задач; умением представлять и анализировать результаты расчётов практических задач, но допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения навыками использования алгоритмов оптимизации при решении практических задач; умением представлять и анализировать результаты расчётов практических задач, но допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения навыками использования алгоритмов оптимизации при решении практических задач; умением представлять и анализировать результаты расчётов практических задач, не допускает ошибок.	<i>ПКЗ</i>

Компетенция ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ
		<i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					
		1	2	3	4	5	
<i>Знать (ПК-3):</i> – основы общей теории сложных систем, классификац	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает основные понятия по основам общей теории сложных систем, классификац	Удовлетворительно знает основные понятия по основам общей теории сложных систем	Хорошо знает основные понятия по основам общей теории сложных систем, классификацию и	Демонстрирует свободное и уверенное знание основных понятий по основам общей теории сложных систем	<i>Устный опрос</i>

ию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем –			ию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает множественные грубые ошибки.	систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает достаточное серьезные ошибки.	закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает отдельные негрубые ошибки.	систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Не допускает ошибок.	
<i>Уметь (ПК-3):</i> – использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ	I - пороговый	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительное умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает достаточное серьезные ошибки.	Демонстрирует достаточное устойчивое умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Не допускает ошибок.	<i>Выполнение практического задания</i>
<i>Владеть (ПК-3):</i> – навыками применения современных технических средств и информационных технологий	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками применения современных технических	Демонстрирует хороший уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий	Демонстрирует высокий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий	<i>Выполнение практического задания</i>

для решения задач			ных технологий для решения задач Допускает множественные грубые ошибки.	их средств и информационных технологий для решения задач. Допускает достаточные серьезные ошибки.	для решения задач Допускает отдельные негрубые ошибки.	для решения задач Не допускает ошибок.	
-------------------	--	--	--	--	---	---	--

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Варианты контрольных работ

1. Приведение ЗЛП к стандартному виду. Графический способ решения ЗЛП.

Вариант 1.

1. Привести задачу линейного программирования к канонической форме:

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 4 \\ x_1 + x_2 - 3x_3 \leq 9 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 10 \\ x_1 \geq 0, x_2 \leq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$2x_1 + x_2 - x_3 \Rightarrow \max$$

2. Решить графическим способом задачу линейного программирования:

$$x_1 + 2x_2 \Rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 \leq 12 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + 4x_2 \leq 16 \end{cases}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

2. Симплекс метод

Задача 1.

Дана задача линейного программирования

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \Rightarrow \max$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

1. Привести задачу к канонической форме.
2. Найти допустимое базисное решение.
3. Составить симплекс таблицу, найти направляющую строку и направляющий столбец.
4. Перейти к новой вершине

3. Решение Транспортной задачи

Дано:

а) $C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{pmatrix}$ матрица стоимости перевозок c_{ij} - стоимость перевозки единицы продукции

из пункта i в пункт j

б) $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3)$ - наличие продукции на 3-ёх складах

в) $\vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$ - потребность в продукции 3-ёх потребителей

Задание:

- 1) Привести задачу к сбалансированной форме
- 2) Найти допустимые перевозки методом «северо-западного угла»
- 3) Методом потенциалов найти наилучший план перевозок.

Список теоретических вопросов

1. Понятие линейного программирования как одного из разделов математического программирования. Примеры моделей, приводящих к задаче линейного программирования.
2. Задача о рационе как задача линейного программирования.
3. Задача о распределении ресурсов как задача линейного программирования.
4. Запись задачи линейного программирования в развёрнутой и матричной форме. Понятие целевой функции, оптимального плана, допустимой области.
5. Стандартная и каноническая формы задачи линейного программирования. Правила приведения общей задачи линейного программирования к стандартной и канонической форме.
6. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования для случая 2-ух переменных. Возможные виды допустимой области.
7. Понятие выпуклого множества, выпуклой комбинации точек, отрезка.
8. Определение вершины выпуклого многогранника.
9. Переход от вершины к вершине допустимой области задачи линейного программирования.
10. Способ отыскания и определения оптимального плана. Этапы алгоритма симплекс-метода. Понятие направляющего столбца и направляющей строки.
11. Понятие двойственности в задаче линейного программирования
12. Транспортная задача как задача линейного программирования.
13. Метод “северо-западного угла” для нахождения начальной крайней точки.
14. Решение транспортной задачи методом потенциалов .
15. Понятие целочисленного программирования. Задача о ранце.
16. Модели задач целочисленного программирования. Задача о коммивояжере.
17. Метод ветвей и границ.
18. Методы прямого поиска.
19. Метод деления отрезка пополам.
20. Метод Фибоначчи
21. Метод золотого сечения.
22. Метод бисекции.
23. Метод наискорейшего спускаю
24. Метод Ньютона.
25. Метод последовательной интерполяции.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

10 Ресурсное обеспечение

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Аттетков А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350985> (дата обращения:18.04.2019). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / В. А. Колемаев; под ред. В. А. Колемаева. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-238-01325-1. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=391871> (дата обращения:19.04.2019). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Барский, А.Б. Параллельные информационные технологии: Учебное пособие / А.Б. Барский. - М.: Интернет - Университет Информационных Технологий; Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 503 с.: ил.: табл.
2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс]: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Логос, 2011. – 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog/product/469213> (дата обращения:18.04.2019). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Сдвижков О.А. Практикум по методам оптимизации [Электронный ресурс] / О.А. Сдвижков. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 200 с.: ISBN 978-5-9558-0372-2 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog/product/520828> (дата обращения:18.04.2019). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Серия 01. Математика. Механика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный университет – М.: Издательство Московского университета гл. ред. В.Н. Чубариков– Журнал основан в 1960 году. – Полные электронные версии статей журнала представлены в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/udb/890>
2. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель Московский государственный областной университет Гл. ред. А.С. Бугаев. - Журнал основан в 1998 году – Сайт журнала: <http://vestnik-mgou.ru/Series/PhysicsMathematics> Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657
3. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный университет – М.: Издательство Московского университета – Журнал основан в 1977 году. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8373>

• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» *Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znanium.com»: <http://znanium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>

7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonenta.ru <https://exponenta.ru/>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>
4. Сайт РАН Институт Вычислительной математики. <http://www.inm.ras.ru/>

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы***(при необходимости)*
- Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет. Программная среда SciLab (свободная лицензия).
- Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.
- Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Openoffice, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**
- Компьютерный класс (15 ПК): оборудование в собственности

11. Язык преподавания

Русский