МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

УТВЕРЖДАЮ

Директор\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.П. Гергель

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Целочисленное программирование**

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **Бакалавриат** |

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность образовательной программы

**Прикладная математика и информатика (общий профиль)**

Квалификация (степень) выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Нижний Новгород

2017

1. **Место и цели дисциплины в структуре ОПОП.**

ДисциплинаБ1.В.ДВ.05.01 «Целочисленное программирование» является дисциплиной по выбору, предназначена для освоения на 3 году обучения в 5 семестре.

**Целями освоения дисциплины** является формирование у студентов общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика. Содержание дисциплины направлено на освоение понятий и результатов целочисленного линейного программирования; формирование умений и навыков в решении задач; развитие навыков в постановке и решении практических задач.

В результате освоения дисциплины студенты должны

**Знать**: постановки задач линейного и целочисленного линейного программирования, основные факты и методы решения задач целочисленного линейного программирования, теории систем линейных неравенств, теории систем линейных уравнений над кольцом целых чисел; уметь сводить задачи комбинаторной оптимизации к задачам целочисленного линейного программирования.

**Уметь:** решать задачи целочисленного линейного программирования методом отсечений, уметь описывать множества решений системы линейных неравенств, уметь решать системы линейных уравнений в целых числах, записывать по задачи целочисленного линейного программирования и решать задачу групповой минимизации методом динамического программирования; иметь представление о полиномиальном алгоритме нахождения решения систем линейных неравенств (метод эллипсоидов) и полиномиальном при фиксированной размерности алгоритме нахождения целочисленного решения системы линейных неравенств.

**Иметь** навыки в постановке и решении практических задач, сводящихся к задачам целочисленного линейного программирования.

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

|  |  |
| --- | --- |
| *Формируемые компетенции*(код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | *Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций* |
| ОПК-2  способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии  (Базовый этап) | З1 (ОПК-2) знания: знания о новых средствах и технологиях в сфере прикладных областей, в которых необходимо решение задач линейного и целочисленного линейного программирования  У1 (ОПК-2) умения: умение приобретать новые научные и профессиональные знания с использованием современных информационных технологий для решения задач линейного и целочисленного линейного программирования  В1 (ОПК-2) владение: владение современными –техническими и технологическими средствами, необходимыми для решения поставленных задач линейного и целочисленного линейного программирования |
| ПК-1  способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям  (Базовый этап) | З1 (ПК-1) **знания:** знания основных понятий и результатов линейного и целочисленного линейного программирования  У1 (ПК-1) **умения:** умения решать основные задачи линейного и целочисленного линейного программирования  В1 (ПК-1) **владение:** приобретение опыта использования аппарата линейного и целочисленного линейного программирования при решении практических задач |
| ПК-2  способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат  (Базовый этап) | З1 (ПК-2) **знания:** знание основных методов линейного программирования  У1 (ПК-2) **умения:** умение использовать основные методы линейного и целочисленного линейного программирования при решении практических задач  *В1* (ПК-2)**владение: владения навыками** использования методов линейного и целочисленного линейного программирования при решении задач по оптимизации |
| ПК-5  способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках (Базовый этап) | З1(ПК-5) знания: знания о возможности применения задач линейного программирования в научных и практических целях  У1 (ПК-5) умения: умение применять методы линейного программирования в практической сфере: экономике, производстве и др.  В1 (ПК-5) владения: владение навыками поиска информации о новых технологических достижениях, необходимых для решения задач по оптимизации |

**3. Структура и содержание дисциплины** «Целочисленное программирование»

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 ч., из которых 51 ч. составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (17 ч. занятий лекционного типа, 34 ч. занятий семинарского типа, 57 ч. составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№*  *п/п* | *Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),*  *форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)* | *Семестр* | *Часов* | | | | | |
| *Всего* | *В том числе* | | | | |
| *Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы*  *из них* | | | | *Самостоятельная работа обучающегося* |
| *Занятия лекционного типа* | *Занятия семинарского типа* | *Занятия лабораторного типа* | *Всего* |
| *Очная* | *Очная* | *Очная* | *Очная* | *Очная* |
| 1. | **Постановка и примеры задач линейного и целочисленного линейного программирования.** Формулировка задач линейного и целочисленного линейного программирования. Примеры задач дискретной оптимизации (о коммивояжере, о назначениях, о рюкзаке, экстремальные задачи на графах и булевых функциях). Их сведение к задачам целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП). | 5 | 20 | 3 | 6 |  | 9 | 11 |
| 2 | **Задача линейного программирования.** Прямой симплекс-метод, доказательство конечности. Строчечная и столбцовая запись. Метод искусственного базиса. Двойственный симплекс-метод, доказательство конечности. Строчечная и столбцовая запись. Экспоненциальная верхняя оценка трудоемкости симплекс-метода (Кли и Минти). Теорема двойственности в линейном программировании. Свойство дополняющей нежесткости. Разрыв двойственности в ЦЛП.  *Контрольная работа № 1.* |  | 20 | 3 | 6 |  | 9 | 11 |
| 3. | **Методы отсечений: 1-й алгоритм Гомори.**  Идея метода отсечений и его геометрическая интерпретация. Выбор вычислительной схемы. Две леммы Р.Гомори о правильных отсечениях. 1-й алгоритм Гомори и доказательство его конечности.  *Контрольная работа № 2.* | 5 | 20 | 3 | 6 |  | 9 | 11 |
| 4. | **Теория линейных неравенств.** Основная теорема о линейных неравенствах. Выпуклые множества и конусы, их связь. Крайние точки и экстремальные векторы. Политоп и полиэдр, симплекс. Теорема о максимизации выпуклой функции на политопе. Крайние точки и опорные планы в канонической задаче линейного программирования. Теорема Каратеодори. Крайние точки полиэдра. Критерий существования, оценка их числа. Теоремы Фаркаша, Минковского, Вейля о выпуклом конусе. Параметрическое задание множества решений системы линейных неравенств. Связь понятий “полиэдр” и “политоп”. Построение остова сопряженного конуса. Триангуляция полиэдров. | 5 | 24 | 4 | 8 |  | 12 | 12 |
| 5. | **Системы линейных уравнений над кольцом целых чисел.** Эквивалентность матриц над кольцом целых чисел. Нормальная диагональная форма (НДФ) и теорема о приведении к ней. Системы линейных уравнений над кольцом целых чисел. Критерий совместности и способы решения. Подрешетки решетки **Z***nn*-мерных целочисленных векторов, их задание. Унимодулярные матрицы. Целочисленный вариант теоремы двойственности. Теоремы Кенига, Холла, Дилворта, о максимальном потоке. Множество решений крамеровской системы линейных сравнений. Их использование для построения отсечений в ЦЛП.  *Контрольная работа № 3.* | 5 | 24 | 4 | 8 |  | 12 | 12 |
|  | **В т.ч. текущий контроль** | 2 |  |  |  |  |  |  |
|  | **Промежуточная аттестация:** *зачет* | | | | | | | |

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий лекционного и практического типа, групповых или индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на зачете.

**4. Образовательные технологии.**

Используются активные и интерактивные образовательные технологии в форме лекций и практических занятий.

Лекционные занятия в основном проводятся в форме лекции-информации. Лекция-информация ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению (на самой лекции, и в ходе самостоятельной работы) и запоминанию. На практических занятиях разбираются решения практических задач, а также предполагается самостоятельное решение задач, предлагаемых преподавателем, под контролем преподавателя, а также проверке знания теоретического материала, полученного на лекциях.

В течение семестра студенты выполняют 3 контрольных работы (как правило, домашних).

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Ниже приводятся виды самостоятельной работы студентов, порядок их выполнения и контроля, приводится учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по ее отдельным видам и разделам дисциплины.

**Виды самостоятельной работы студентов:**

* проработка теоретического материала лекционных занятий;
* подготовка домашних заданий к практическим занятиям;
* подготовка и выполнение письменных контрольных работ;
* подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета.

5.1. Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно с использованием лекционных материалов и материалов, разобранных в литературе (список обязательной и дополнительной литературы приводится).

Контроль выполняется в форме проведения экспресс-опросов по понятиям, фактам, формулировкам, выполняемых на лекции. Экспресс-опрос оценивается оценками «Зачтено» – «Не зачтено».

5.2. Подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям

Домашние задания выдаются на практических занятиях.

Проверка выполнения домашних заданий проводится в начале каждого практического занятия. Используется две формы контроля:

– выборочная проверка выполнения заданий у двух-трех человек из группы;

– проверка в форме коллективного обсуждения у доски результатов выполнения отдельных заданий одним или двумя студентами.

5.3. Подготовка к выполнению письменных контрольных работ

В течение учебного семестра проводится три домашние контрольные работы по материалам всех разделов дисциплины.

Для подготовки к контрольным работам рекомендуется повторить теоретических материал, просмотреть полезные разделы в соответствующих источниках из списка рекомендованной литературы, а также самостоятельно решать несколько задач по теме контрольной работы.

5.4. Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена

В качестве методических материалов при подготовке к зачету рекомендуется использовать собственные конспекты лекций и источники, рекомендованные в списке литературы раздела 7.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

**Оценивание уровня сформированности компетенции** ОПК-2

Уровню сформированности компетенции ОПК-2 дается экспертная оценка преподавателем. Оценка не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень сформированности компетенции ОПК-2 можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Показатели обучения, характеризующие ОПК-2 —способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии* | *Показатели уровня формирования компетенции* | *Характеристика уровня формирования компетенции* |
| З1 (ОПК-2) знания: знания о новых средствах и технологиях в сфере прикладных областей, в которых необходимо решение задач линейного и целочисленного линейного программирования  У1 (ОПК-2) умения: умение приобретать новые научные и профессиональные знания с использованием современных информационных технологий для решения задач линейного и целочисленного линейного программирования  В1 (ОПК-2) владение: владение современными техническими и технологическими средствами, необходимыми для решения поставленных задач линейного и целочисленного линейного программирования | Отсутствие знаний базового материала, отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Недостаточный |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие основных навыков, предусмотренных данной компетенцией | Низкий |
| Знание основных понятий, фактов и методов, но со значительным количеством ошибок не грубого характера. Демонстрация умений на уровне У1 с рядом негрубых ошибок. Владение теоретическим материалом и стандартными методами В1 с непринципиальными ошибками | Умеренный |
| Знание основных понятий, фактов и методов предметной области с рядом погрешностей. Демонстрация умений У1 с незначительными погрешностями, владения материалом В1 с рядом небольшими погрешностей | Достаточный |
| Знание З1 по всем разделам без ошибок и погрешностей. Демонстрация умений У1. Владение материалом В1. | Высокий |

**Оценивание уровня сформированности компетенции** ПК-1

Уровню сформированности компетенции ПК-1 дается экспертная оценка преподавателем. Оценка не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень сформированности компетенции ПК-1 можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Показатели обучения, характеризующие ПК-1*  *способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям* | *Показатели уровня формирования компетенции* | *Характеристика уровня формирования компетенции* |
| З1 (ПК-1) **знания:** знания основных понятий и результатов линейного и целочисленного линейного программирования  У1 (ПК-1) **умения:** умения решать основные задачи линейного и целочисленного линейного программирования  В1 (ПК-1) **владение:** приобретение опыта использования аппарата линейного и целочисленного линейного программирования при решении практических задач | Отсутствие знаний базового материала, отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Недостаточный |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие основных навыков, предусмотренных данной компетенцией | Низкий |
| Знание основных понятий, фактов и методов, но со значительным количеством ошибок не грубого характера. Демонстрация умений на уровне У1 с рядом негрубых ошибок. Владение теоретическим материалом и стандартными методами В1 с непринципиальными ошибками | Умеренный |
| Знание основных понятий, фактов и методов предметной области с рядом погрешностей. Демонстрация умений У1 с незначительными погрешностями, владения материалом В1 с рядом небольшими погрешностей | Достаточный |
| Знание З1 по всем разделам без ошибок и погрешностей. Демонстрация умений У1. Владение материалом В1. | Высокий |

**Оценивание уровня сформированности компетенции** ПК-2

Уровню сформированности компетенции ПК-2 дается экспертная оценка преподавателем. Оценка не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень сформированности компетенции ПК-2 можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Показатели обучения, характеризующие ПК-2*  *способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат* | *Показатели уровня формирования компетенции* | *Характеристика уровня формирования компетенции* |
| *З1 (ПК-2)* **знания:** знание основных методов линейного программирования  *У1 (ПК-2)* **умения:** умение использовать основные методы линейного и целочисленного линейного программирования при решении практических задач  *В1 (ПК-2)* **владение: владения навыками** использования методов линейного и целочисленного линейного программирования при решении задач по оптимизации | Отсутствие знаний базового материала, отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Недостаточный |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие основных навыков, предусмотренных данной компетенцией | Низкий |
| Знание основных понятий, фактов и методов, но со значительным количеством ошибок не грубого характера. Демонстрация умений на уровне У1 с рядом негрубых ошибок. Владение теоретическим материалом и стандартными методами В1 с непринципиальными ошибками | Умеренный |
| Знание З1основных понятий, фактов и методов предметной области с рядом погрешностей. Демонстрация умений У1 с незначительными погрешностями, владения материалом В1 с рядом небольшими погрешностей | Достаточный |
| Знание З1 по всем разделам без ошибок и погрешностей. Демонстрация умений У1. Владение материалом В1. | Высокий |

**Оценивание уровня сформированности компетенции** ПК-5

Уровню сформированности компетенции ПК-5 дается экспертная оценка преподавателем. Оценка не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень сформированности компетенции ПК-5 можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Показатели обучения, характеризующие ПК-5*  *способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках* | *Показатели уровня формирования компетенции* | *Характеристика уровня формирования компетенции* |
| З1(ПК-5) знания: знания о возможности применения задач линейного программирования в научных и практических целях  У1 (ПК-5) умения: умение применять методы линейного программирования в практической сфере: экономике, производстве и др.  В1 (ПК-5) владения: владение навыками поиска информации о новых технологических достижениях, необходимых для решения задач по оптимизации | Отсутствие знаний базового материала, отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | Недостаточный |
| Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие основных навыков, предусмотренных данной компетенцией | Низкий |
| Знание основных понятий, фактов и методов, но со значительным количеством ошибок не грубого характера. Демонстрация умений на уровне У1 с рядом негрубых ошибок. Владение теоретическим материалом и стандартными методами В1 с непринципиальными ошибками | Умеренный |
| Знание основных понятий, фактов и методов предметной области с рядом погрешностей. Демонстрация умений У1 с незначительными погрешностями, владения материалом В1 с рядом небольшими погрешностей | Достаточный |
| Знание З1 по всем разделам без ошибок и погрешностей. Демонстрация умений У1. Владение материалом В1. | Высокий |

**6.2. Описание шкал оценивания**

Ниже в форме таблицы приведена шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме зачета.

**Шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме зачета**

|  |  |
| --- | --- |
| Зачтено | выполнены задания самостоятельных и контрольных работ за семестр, студент владеет теоретическим материалом |
| Не зачтено | не выполнены задания самостоятельных и контрольных работ за семестр, студент не владеет теоретическим материалом |

**6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Технологии оценивания результатов обучения в виде знаний и отдельных умений**

* Контроль знаний и умений на практических занятиях (результат оценивается по двубальной шкале) – для проверки З1, У1 (ОПК2), З1, У1 (ПК1),З1, У1 (ПК2), З1, У1 (ПК5).

**Технологии оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

* Письменные контрольные работы – для проверки У1, В1 (ОПК2), У1, В1 (ПК1), У1, В1 (ПК2), У1, В1 (ПК5).
* Проведение типовых доказательств на зачете – для проверкиЗ1(ПК2).

**Критерии оценок выполнения контрольных работ**

(каждая задача оценивается в 2 балла)

|  |  |
| --- | --- |
| Решена полностью | 2 |
| Решена основная часть задачи, или задача решена с недочетами | 1,5 |
| Решена задача наполовину | 1 |
| Сделан первый этап в решении задачи | 0,5 |
| Нет решения | 0 |

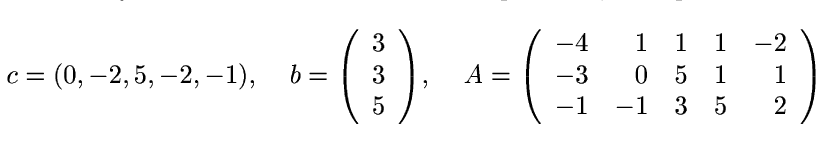
**Суммарная оценка выполнения контрольной работы и**

**домашнего практического задания**

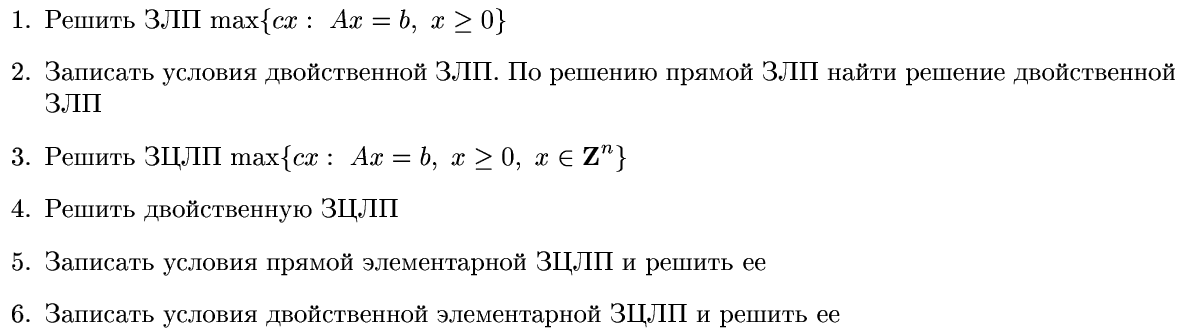
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Количество баллов** | **Оценка** | **Оценка** |
| 4 | Отлично | Зачтено |
| 3,5 | Очень хорошо |
| 3 | Хорошо |
| 2-2,5 | Удовлетворительно |
| 0,5-1,5 | Неудовлетворительно | Не зачтено |
| 0 | Плохо |

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

**Типовые задания для контрольных работ для проверки У1, В1 (ОПК2), У1, В1 (ПК1), У1, В1 (ПК2), У1, В1 (ПК5).**

Каждый студент получает свой комплект данных. 

Задания:



Контрольная работа № 1 заключается в выполнении заданий 1, 2.

Контрольная работа № 2 заключается в выполнении заданий 3, 4.

Контрольная работа № 3 заключается в выполнении заданий 5, 6.

**Список вопросов к зачету для оценки компетенций ОПК-2,ПК-1,ПК-2,ПК-5**

1. Примеры задач дискретной оптимизации. Их сведение к целочисленному программированию.
2. Прямой симплекс-метод, доказательство конечности. Строчечная и столбцовая запись.
3. Двойственный симплекс-метод, доказательство конечности. Строчечная и столбцовая запись.
4. Теорема двойственности в линейном программировании. Свойство дополняющей нежесткости.
5. Теорема двойственности в линейном программировании и разрыв двойственности в ЦЛП.
6. Идея метода отсечений и его геометрическая интерпретация. Выбор вычислительной схемы. Две леммы Р.Гомори о правильных отсечениях.
7. Основная теорема о линейных неравенствах.
8. Выпуклые множества и конусы, их связь. Крайние точки и экстремальные векторы. Политоп и полиэдр, симплекс. Теорема о максимизации выпуклой функции на политопе.
9. Крайние точки и опорные планы в канонической задаче линейного программирования. Теорема Каратеодори.
10. Крайние точки полиэдра. Критерий существования, оценка их числа.
11. Теоремы Фаркаша, Минковского, Вейля о выпуклом конусе.
12. Параметрическое задание множества решений системы линейных неравенств. Связь понятий “полиэдр” и “политоп”.
13. Построение остова сопряженного конуса. Разбиение полиэдра на обобщенные симплексы.
14. Эквивалентность матриц над кольцом целых чисел. Нормальная диагональная форма и теорема о приведении к ней.
15. Системы линейных уравнений над кольцом целых чисел. Целочисленная решетка и ее подрешетки. Построение множества решений.

**6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) Основная литература:

1. Алексеев В. М., Галеев Э. М., Тихомиров В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи М.: Физматлит. 2011. <https://e.lanbook.com/book/2097>
2. Лесин В.В., Лисовец Ю.П. Основы методов оптимизации. М.: Лань, 2016 <https://e.lanbook.com/book/86017>

б) Дополнительная литература:

1. Ашманов С. А., Тимохов А. В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. М.: Лань, 2012 <https://e.lanbook.com/book/3799>
2. Шевченко В.Н., Золотых Н.Ю. Линейное и целочисленное линейное программирование. – Нижний Новгород: изд-во ННГУ, 2005. 6 экз. <http://www.uic.unn.ru/~zny/lp/Materials/book/lp2005_SomePages.pdf>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор д.ф.-м.н., доц. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шевченко В.Н.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Зав кафедрой АГиДМ, д.ф.м.н., проф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кузнецов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от 29 августа 2017 года, протокол № 20