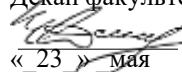


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра дискретного анализа

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета ИВТ  
 Д.Ю. Чалый  
« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
«Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации»

**Направление подготовки**  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

«Математические основы искусственного интеллекта»

**Квалификация выпускника**  
Магистр

**Форма обучения**  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от «11» апреля 2023 г.,  
протокол № 4

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 6 от  
«28» апреля 2023 г.

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации» являются изучение вопросов комбинаторной оптимизации. Данная дисциплина содействует формированию мировоззрения и развитию способности понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности математический аппарат.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации» относится к базовой части ОП магистратуры. Материал опирается на содержание таких предметов как «Математический анализ», «Алгебра и теория чисел», «Теория вероятностей», «Технический анализ финансовых рынков», а также некоторых экономических курсов. На данный момент курс «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации» ещё не сформировались как самостоятельная область знания, однако никакие исследования в области текущего состояния экономики и перспектив её развития ныне не проводятся без сверки с показаниями вычислительных методов. Студент 1 года обучения, приступая к изучению данной дисциплины, должен иметь вполне определённую подготовку по базовым математическим курсам.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП магистратуры.

Процесс изучения курса «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации» направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

<b>Формируемая компетенция</b> (код и формулировка)	<b>Индикатор достижения компетенции</b> (код и формулировка)	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
ПК – 1 Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии.	ПК – 1.1 Понимает современные математические теории и применяет их для решения задач в своей профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> - корреляционную теорию временных рядов; - важнейшие индикаторы ценовых графиков; - ключевые положения теории Эллиотта. <b>Уметь:</b> - находить автокорреляционную функцию; - интерпретировать показания основных индикаторов технического анализа. <b>Владеть навыками:</b> - выявления основных графических моделей; - построения прогнозов по графическим моделям; - построения прогнозов по волновым движениям.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 acad. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	С е м е с т р	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
			<b>Контактная работа</b>						
1	<b>Векторные, аффинные и евклидовы пространства</b>	3	4		4			11	Задания для самостоятельной работы
2	<b>Выпуклые множества</b>	3	4		4			11	Задания для самостоятельной работы
3	<b>Выпуклые многогранники. Теорема Вейля-Минковского</b>	3	2		2	2		11	Контрольная работа
4	<b>Примеры выпуклых многогранников</b>	3	6		6	2		9,7	
									Экзамен
	Всего за 3 семестр		<b>16</b>		<b>16</b>	<b>4</b>		<b>35,7</b>	
	<b>Всего</b>		<b>16</b>		<b>16</b>	<b>4</b>		<b>35,7</b>	

#### Содержание разделов дисциплины

<p><b>Векторные, аффинные и евклидовы пространства</b>          Определение линейной комбинации и линейной оболочки. Определение линейной зависимости и линейной независимости векторов. Определение линейного многообразия. Определение аффинной комбинации и аффинной оболочки. Определение гиперплоскости</p>
<p><b>Выпуклые множества</b>          Определение выпуклого множества. Определение замкнутого / открытого полупространства. Определение выпуклой комбинации и выпуклой оболочки. Определение отдельных и строго отдельных множеств. Определение опорной гиперплоскости</p>
<p><b>Выпуклые многогранники. Теорема Вейля-Минковского</b>          Определение многогранного множества (полиэдра). Определение выпуклого многогранника. Теорема о гранях многогранника. Определение вершины, ребра, фасеты многогранника. Теорема Вейля-Минковского для выпуклых многогранников. Определение выпуклого конуса. Определение конической комбинации и конической оболочки. Теорема Вейля-Минковского для конусов. Теорема Вейля-Минковского для полиэдров</p>

<p><b>Примеры выпуклых многогранников</b>  Определение симплекса. Определение <math>k</math>-смежного многогранника. Определение куба (гиперкуба).  Определение простого многогранника. Определение кроссполитопа. Определение симплициального многогранника</p>
<p><b>Циклические многогранники</b>  Теорема Штейница для трехмерных многогранников. Определение циклического многогранника. Теорема о <math>\lfloor \frac{d}{2} \rfloor</math> смежности циклического многогранника</p>
<p><b>Формула Эйлера-Пуанкаре</b>  Теорема Эйлера. Определение <math>f</math>-вектора многогранника. Теорема Эйлера-Пуанкаре</p>
<p><b>Геометрическая интерпретация задач</b>  Геометрическая постановка задачи коммивояжера.  Геометрическая постановка задачи о разрезе.  Геометрическая постановка задачи о назначениях.  Геометрическая постановка задачи сортировки.  Определение многогранника задачи. Фундаментальная теорема линейного программирования</p>
<p><b>Конусные разбиения</b>  Определения конуса решения задачи. Определение конусного разбиения пространства. Диаграмма Вороного. Интерпретация задачи комбинаторной оптимизации применительно к конусному разбиению.  Теорема о размерности пересечения конусов</p>
<p><b>Линейные разделяющие деревья</b>  Определение линейного разделяющего дерева задачи. Определение бинарного разбиения пространства.  Теорема о связи линейных разделяющих деревьев и бинарных разбиений.  Теорема о необходимых сравнениях</p>
<p><b>Алгоритмы прямого типа</b>  Теорема о попарносмежных выпуклых множествах.  Определение линейного разделяющего дерева прямого типа. Теорема о высоте дерева прямого типа.  Геометрическая интерпретация алгоритма прямого типа. Сложность задачи выбора наибольшего числа в массиве</p>
<p><b>Разрезной многогранник</b>  Определение разрезного многогранника.  Теорема о 3-смежности разрезного многогранника. Неотрицательное конусное разбиение пространства.  Граф конусного разбиения. Граф конусного разбиения задачи о разрезе с неотрицательными весами.  Конусные разбиения пространства по множеству точек на сфере</p>
<p><b>Релаксационные многогранники</b>  Корневой полуметрический многогранник. Релаксационный многогранник задачи о разрезе.  Теорема о полущелых вершинах корневого полуметрического многогранника. Теорема об условии полиномиальной разрешимости задачи целочисленного программирования на корневом полуметрическом многограннике. Решение задачи об ориентированном максимальном разрезе на корневом полуметрическом многограннике</p>

## 5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии.

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторное занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при

необходимости).

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

В процессе осуществления образовательного процесса используются: для разработки документов, презентаций, для работы с электронными таблицами

- OfficeStd 2013 RUS OLP NL Acdmc 021-10232
- LibreOffice (свободное)
- издательская система LaTeX;
- для поиска, получения и обработки данных с финансовых рынков – сайты компаний, являющихся официальными участниками торгов, таких как ФИНАМ, Forexprf и др.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации»**

а) основная литература:

- 1 Бондаренко, В.А. Геометрические конструкции и сложность в комбинаторной оптимизации / В. А. Бондаренко, А. Н. Максименко, М., Изд-во ЛКИ, 2008, 182с.

Дополнительная литература:

- 2 Белов, Ю.А. Геометрические вопросы сложности дискретных задач: учеб. пособие для вузов / Ю.А. Белов, В.А. Бондаренко, А.Н. Максименко; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та. - Ярославль: ЯрГУ, 2006. - 78 с.

- 3 Николаев, А.В. Геометрический подход к задаче о разрезе: метод. указания для студентов, обучающихся по направлению Прикладная математика и информатика / А. В. Николаев; Яросл. гос. ун-т., Ярославль, ЯрГУ, 2014, 67с.

- 4 Асанов, М. О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы : учебное пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 364 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130477> (дата обращения: 06.10.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

- 5 Емеличев, В. А., Многогранники. Графы. Оптимизация / В. А. Емеличев, М. М. Ковалев, М. К. Кравцов, М., Наука, 1981, 344с.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).

## **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Задания для самостоятельной работы**

**Пример теста**

1. Пусть  $u_1, \dots, u_n$  – некоторые точки в пространстве  $\mathbb{R}^d$ . Выражение

$$\lambda_1 u_1 + \dots + \lambda_n u_n,$$

где  $\forall i: \lambda_i \in \mathbb{R},$   
 $\lambda_1 + \dots + \lambda_n = 1$

называется

- а) линейной комбинацией;
- б) аффинной комбинацией;
- в) конической комбинацией;
- г) выпуклой комбинацией?

2. Как называется многогранник, имеющий максимальное число граней среди всех выпуклых многогранников на  $n$  вершинах размерности  $d$ ?

- а) гиперкуб;
- б) кроссполитоп;
- в) симплекс;
- г) циклический многогранник.

3. Грань какой размерности называется фасетой  $d$ -мерного многогранника?

- а) 1;
- б) 2;
- в)  $d - 2$ ;
- г)  $d - 1$ .

4. Множество решений системы линейных неравенств

$$Ax \leq b$$

называется выпуклым ... ?

- а) полиэдром;
- б) конусом;
- в) многогранником;
- г) симплексом.

5. Четырёхмерный кроссполитоп имеет 8 вершин, 24 ребра и 32 двумерных грани. А сколько трёхмерных гиперграней у четырёхмерного кроссполитопа?

- а) 36;

- б) 16;  
 в) 14;  
 г) 8.  
 6. Как называется объект, изображённый на картинке?



- а) триангуляция Делоне;  
 б) диаграмма Вороного;  
 в) ковёр Серпинского;  
 г) конусы Минковского.  
 7. Сколько вершин имеет многогранник симметричной задачи коммивояжёра на  $n$  городах?  
 а)  $n$ ,  
 б)  $\frac{n(n-1)}{2}$ ,  
 в)  $\frac{(n-1)!}{2}$ ,  
 г)  $n!$ .  
 8. Корневой полуметрический многогранник является релаксационным многогранником для задачи:  
 а) о разрезе;  
 б) коммивояжёра;  
 в) о назначениях;  
 г) сортировки.

**Правильные ответы**

Вопрос №	Правильный ответ	Вопрос №	Правильный ответ
1	б	5	б
2	г	6	б
3	г	7	в
4	а	8	а

**Критерии оценки**

- «Отлично» – 8 правильных ответов;
- «Хорошо» – 6 правильных ответов;
- «Удовлетворительно» – 4 правильных ответов;



- «Неудовлетворительно» – 3 и менее правильных ответов.

### Темы докладов

1. Теорема Хелли
2. Алгоритмы построения суммы Минковского на плоскости
3. Алгоритм Гилберта — Джонсона — Кёрти обнаружения столкновений между выпуклыми объектами
4. Теорема об отделимости выпуклых множеств
5. Теорема Вейля-Минковского
6. Алгоритм Фурье-Моцкина. Метод двойного описания
7. Алгоритмы построения выпуклой оболочки
8. Теорема Штейница для трехмерных многогранников
9. Теорема Макмаллена о верхней границе
10. Эйлерова характеристика. Теорема Эйлера-Пуанкаре
11. Уравнения Дена-Соммервилля
12. Теорема Алона-Ву. Сверхэкспоненциальные коэффициенты
13. Граф многогранника задачи о кратчайшем пути
14. Граф многогранника задачи коммивояжера
15. Граф многогранника матроида
16. Теорема о 3-смежности разрезного многогранника
17. Графы многогранников задач о клике, независимом множестве и вершинном покрытии
18. Граф многогранника задачи разбиение на треугольники
19. Граф многогранника задачи трехмерное сочетание
20. Алгоритм динамического программирования для задачи коммивояжера как алгоритм прямого типа
21. Метод ветвей и границ для задачи коммивояжера как алгоритм прямого типа
22. Перестановочный многогранник. Парные сравнение и алгоритмы прямого типа
23. Гипотеза Гейла о 2-смежности случайных 0/1 многогранников
24. Решение задачи об ориентированном максимальном разрезе на корневом полуметрическом многограннике
25. Решение Данцига, Фалкерсона и Джонсона задачи коммивояжера для 49 городов
26. Расширенная формулировка для задачи о совершенном паросочетании в планарном графе
27. Сложность расширения для задачи коммивояжера

Показатели	Критерии
Содержание доклада	Анализирует изученный материал, Выделяет наиболее значимые для раскрытия темы факты, научные положения, Соблюдает логическую последовательность в изложении материала
Аргументированно отвечает на вопросы	Проявляет критическое мышление
Представление доклада	Использует иллюстративные, наглядные материалы, Владеет культурой речи

### Критерии оценки

- «Отлично» – доклад полностью соответствует описанным критериям;
- «Хорошо» – доклад соответствует описанным критериям за исключением некоторых замечаний не более чем по нескольким пунктам критериев;
- «Удовлетворительно» – доклад соответствует более чем половине описанных критериев;
- «Неудовлетворительно» – доклад не соответствует большей части описанных критериев.

### Вариант билета на зачете

Задания	Ответы
1. Сформулировать определение симплекса	Раздел 4
2. Сформулировать определение гиперплоскости	Раздел 1
3. Сформулировать теорему Вейля-Минковского для выпуклых многогранников	Раздел 3
4. Определить число гиперграней четырехмерного многогранника, если он имеет 16 вершин, 32 ребра и 24 двумерных грани	8
5. Верно ли, что любой полиэдр можно представить в виде суммы выпуклого многогранника и конуса?	Верно Раздел 3

### Критерии оценки

- «Отлично» – даны верные ответы на 5 вопроса из билета;
- «Хорошо» – даны верные ответы на 4 вопроса из билета;
- «Удовлетворительно» – даны верные ответы на 3 вопроса из билета;
- «Неудовлетворительно» – даны верные ответы на 2 и менее вопросов из билета.

## 2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

### 27.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень** - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

## Компетенции

°Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
<b>Общекультурные компетенции</b>						
ПК-11	Задания для СА самостоятельной работы по темам Экзамен	1- 4	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности, связанные с «золотым сечением» и числами Фибоначчи;</li> <li>- общие положения волновой теории Эллиотта.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять графическое исследование данных в виде рыночных котировок;</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нахождения основных графических моделей;</li> <li>- построения прогнозов по волновым движениям.</li> </ul>	<p>1. Знание определений и главных идей, связанных с основными понятиями.</p> <p>1. Умение находить ключевые точки для проведения линии тренда</p> <p>1. Владение навыками определения основных графических моделей, выявления трёх- и пяти-волновых движений.</p>	<p>1. Знание определений и идей, связанных с основными понятиями, их следствий и типичных примеров</p> <p>1. Умение находить ключевые точки для проведения линии тренда, определять предпосылки его смены, вычислять уровни коррекции.</p> <p>1. Владение навыками определения основных графических моделей, выявления трёх- и пяти-волновых движений, с учётом особенностей отдельных волн.</p>	<p>1. Знание определений и идей, связанных с основными понятиями, их следствий, а также методов рассуждения и доказательства.</p> <p>1. Умение находить ключевые точки для проведения линии тренда, определять предпосылки его смены, вычислять уровни коррекции и растяжения.</p> <p>1. Владение навыками определения основных графических моделей, выявления трёх- и пяти-волновых движений с учётом особенностей отдельных волн, включение графических моделей в волновую раскладку..</p>

**Общепрофессиональные компетенции**

ПК-11	<p>Задания для самостоятельной работы по темам</p> <p>Контрольная работа Экзамен</p>	1 – 4	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- корреляционную теорию временных рядов;</li> <li>- основные закономерности, связанные с «золотым сечением» и числами Фибоначчи;</li> <li>- важнейшие индикаторы ценовых графиков;</li> <li>- ключевые положения теории Эллиотта;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить автокорреляционную функцию;</li> <li>- выявлять методом наименьших квадратов закономерности в данных;</li> <li>- интерпретировать показания основных индикаторов технического анализа;</li> <li>- осуществлять построение трендов;</li> <li>- выявлять на ценовых графиках волны (Эллиотта).</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявления основных графических моделей;</li> <li>- построения прогнозов по графическим моделям;</li> <li>- построения прогнозов по волновым движениям.</li> </ul>	<p>1. Знание определений и главных формул, связанных с основными понятиями.</p> <p>1. Умение находить автокорреляционную функцию.</p> <p>2. Умение интерпретировать показания основных индикаторов технического анализа</p> <p>3. Умение применять скользящее среднее</p> <p>1.. . Владение навыками объединения движений котировок в циклы</p>	<p>1. Знание определений и формул, связанных с основными понятиями, их следствий, типичных примеров</p> <p>1 Умение выявлять методом наименьших квадратов закономерности в данных.</p> <p>2. Умение интерпретировать показания основных индикаторов технического анализа и учитывать дополнительные свойства.</p> <p>. 3. Умение применять одновременно скользящие средние разных периодов</p> <p>1. Владение навыками объединения движений котировок в циклы, применения коэффициентов Фибоначчи</p>	<p>1. Знание определений, формул, связанных с основными понятиями, их следствий и теорем, а также методы рассуждения и доказательства.</p> <p>1. Умение анализировать особенности данных, выявлять в них метод наименьших квадратов закономерности.</p> <p>2. Умение интерпретировать показания основных индикаторов технического анализа, учитывать дополнительные свойства, осуществлять индивидуальные настройки..</p> <p>3. Умение применять одновременно скользящие средние разных периодов; подбирать периоды, учитывая особенности графика</p> <p>1. Владение навыками объединения движений котировок в циклы, применения коэффициентов Фибоначчи и геометрических конструкций в теории Эллиотта</p>
-------	--	-------	--	---	---	---

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

**Пороговый уровень** (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

**Продвинутый уровень** (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**Высокий уровень** (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Показатели и критерии, используемые при выставлении оценки, подробно описаны в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций».

Высокий уровень формирования компетенций соответствует оценке «отлично» за самостоятельные, контрольные работы и экзаменационную работу.

Продвинутый уровень формирования компетенций соответствует оценке «хорошо» за самостоятельные, контрольные работы и экзаменационную работу.

Пороговый уровень формирования компетенций соответствует оценке «удовлетворительно» за самостоятельные, контрольные работы и экзаменационную работу.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации» являются лекции. Это связано с тем, что в основе курса лежат особые методы, с помощью которых решаются сложные реальные задачи. По всем темам предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и отработка навыков работы с программным обеспечением и математическим аппаратом, изучаемом в курсе. Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы изучаемого курса. Для решения большинства задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз проработать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с аппаратом курса и проведения вычислений, в течение обучения проводится текущая аттестация в виде контрольных работ (в аудитории).

Ответы и указания к заданиям контрольной работы можно найти в пособии Белова Е.В., Огороков Д.К. / ИНФРА-М, 2006; ( задания 8, 9 с. 263, задания 10, 11 с. 263), а также в

в пособии Морозов А.Н. Технический анализ финансовых рынков: текст лекций. – Ярославль: ЯрГУ, 2012, (с.42-44.)

Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Он проводится в устной форме и включает в себя 2 теоретических вопроса из списка и 1-2 практических задания, сходных с заданиями из контрольной работы и задач из домашних заданий. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3-4 дня, во время подготовки предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Геометрические вопросы комбинаторной оптимизации» самостоятельно студенту очень трудно. Это связано со сложностью и разносторонностью изучаемого материала, большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.



## **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

При самостоятельной работе особенно рекомендуется использовать учебную литературу, с подробно разобранными решениями задач. К таким можно отнести следующие издания:

1. **Белова Е.В., Окорочков Д.К.** Технический анализ финансовых рынков: учеб. пособие. - М.: ИНФРА-М, 2006. – 398 с. ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
2. **Зализняк В.Е., Щепановская Г.И.** Теория и практика по вычислительной математике: учебное пособие для вузов. - Сибирский федеральный университет, 2012. ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
3. **Морозов А.Н.** Технический анализ финансовых рынков: текст лекций. – Ярославль: ЯрГУ, 2012. – 55 с.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать и другие интернет-ресурсы:

**1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»** ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

**2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"** (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.