

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. заведующего кафедрой  
математического анализа  
Шабров С.А.



01.07.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.24 Методы оптимизаций

**1. Код и наименование направления специальности:**

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

**2. Профиль специализации:**

Современные методы теории функций в математике и механике

**3. Квалификация выпускника:** Математик. Механик. Преподаватель

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра математического анализа

**6. Составители программы:** Зверева Маргарита Борисовна, кандидат физико-математических наук, доцент

**7. Рекомендована:** Научно-методическим Советом математического факультета, протокол №0500-07 от 29.06.2021

**8. Учебный год:** 2024/2025 **Семестр(ы):** 7

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цели изучения дисциплины:

- овладение конкретными математическими знаниями;
- овладение классическими и современными методами исследования, необходимыми для применения в практической и научной деятельности, для изучения смежных дисциплин, для продолжения образования; совершенствование математического образования.

Задачи дисциплины:

- обеспечить прочное и сознательное овладение студентами системой математических знаний умением применить их при решении задач естествознания;

- сформировать устойчивый интерес к предмету, выявить и развить математические способности, сориентировать на профессию;
- выработать умения правильной постановки оптимизационной задачи, задачи управления, умения выбрать правильный метод оптимизации; приобретение навыков применения оптимизационного подхода к абстрактным и прикладным задачам естествознания, навыков решения конкретных задач вариационного исчисления, конечномерной оптимизации и построения функций синтеза.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина «Методы оптимизаций» относится к Блоку 1 Базовой части.

Дисциплина «Методы оптимизаций» базируется на знаниях, полученных в рамках курсов «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения». Приобретенные в результате обучения знания, умения и навыки используются во всех без исключения математических и естественнонаучных дисциплинах, модулях и практиках. Полученные знания могут быть использованы при продолжении образования в аспирантуре и в дальнейшей трудовой деятельности выпускников.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	<p>Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p> <p>Уметь применять математический аппарат для решения поставленных задач.</p> <p>Владеть основными терминами и утверждениями, полученными в области изучаемого курса.</p>
ОПК-2	Способен создавать, анализировать и реализовывать новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	<p>Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p> <p>Уметь самостоятельно анализировать поставленную задачу, выбирать корректный метод ее решения, построить алгоритм и его реализацию, обработать и проанализировать полученную информацию.</p> <p>Владеть источниками информации, навыками работы с литературой, информационными системами.</p>

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_.

### 13. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ семестра 7
Аудиторные занятия	50	50
В том числе: лекции	34	34
практические	16	16
лабораторные		
Самостоятельная работа	22	22
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./экзамен – <u>36</u> час.)	36	36
Итого:	108	108

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Простейшая задача вариационного исчисления.	Теорема Ферма для функционала в линейном нормированном пространстве. Первая вариация. Уравнение Эйлера. Лемма Лагранжа. Частные случаи уравнения Эйлера. Задача о брахистохроне. Теорема Дю-Буа-Реймона. Гладкость экстремали в простейшей задаче вариационного исчисления.
1.2	Условия экстремума в простейшей задаче вариационного исчисления	Условие Лежандра. Усиленное условие Лежандра. Уравнение Якоби. Вторая вариация. Теоремы Штурма. Условие, эквивалентное условию Якоби. Достаточные условия экстремума.
1.3	Задачи вариационного исчисления	Функционал, зависящий от векторной функции. Задача Больца. Изопериметрическая задача. Уравнение Эйлера-Пуассона, Эйлера-Остроградского. Условный экстремум в задачах вариационного исчисления. Метод множителей Лагранжа. Задача с подвижной границей.
1.4	Задачи линейного программирования	Экстремум линейного функционала на множестве в конечномерном пространстве. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплексный метод. Теоремы двойственности. Транспортные задачи.
1.5	Задачи оптимального управления	Постановка задачи оптимального управления. Принцип оптимальности. Принцип Беллмана динамического программирования. Уравнение Беллмана. Принцип максимума Понтрягина. Теорема о числе переключений. Метод решения задач без ограничения. Метод Ньютона.

		Методы сопряженных направлений. Численные методы решения задач оптимизации
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Простейшая задача вариационного исчисления.	Уравнение Эйлера. Частные случаи уравнения Эйлера.
2.2	Условия экстремума в простейшей задаче вариационного исчисления	Условие Лежандра. Усиленное условие Лежандра. Уравнение Якоби. Условие, эквивалентное условию Якоби. Достаточные условия экстремума.
2.3	Задачи вариационного исчисления	Функционал, зависящий от векторной функции. Уравнение Эйлера-Пуассона. Условный экстремум в задачах вариационного исчисления. Метод множителей Лагранжа. Задача Больца.
2.4	Задачи линейного программирования	Графический метод решения задач линейного программирования. Симплексный метод. Транспортные задачи.
2.5	Задачи оптимального управления	Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
01	Простейшая задача вариационного исчисления.	6	3	0	4	7	20
02	Условия экстремума в простейшей задаче вариационного исчисления	6	3	0	4	7	20
03	Задачи вариационного исчисления	6	3	0	5	7	21
04	Задачи линейного программирования	6	3	0	4	7	20
05	Задачи оптимального управления	10	4	0	5	8	27
	Итого:	34	16	0	22	36	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся.

*Методические указания к лекционным занятиям*

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

#### *Методические рекомендации студентам к практическим занятиям*

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Практические занятия требуют помимо знаний теоретического материала еще и навыков решения практических задач, и помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести практические навыки и навыки творческой работы над учебной и научной литературой.

В начале практического занятия происходит обсуждение задач, решенных студентами самостоятельно дома. Это возможность для студентов еще раз обратить внимание на непонятные до сих пор моменты и окончательно разобрать их. Преподаватель может (выборочно) проверить записи с самостоятельно решенными задачами.

Затем начинается опрос по теме, обозначенной для данного практического занятия. В процессе этого опроса студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия.

На практическом занятии каждый его участник должен быть готовым к ответам на все теоретические вопросы, поставленные в плане, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Ответы должны строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы ответы были точными, логично построенными и не сводились к чтению конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял глубокое понимание того, о чем он говорит, сопоставлял теоретические знания (определений, теорем, утверждений и т.д.) с их практическим применением для решения задач, был способен привести конкретные примеры тех математических объектов и положений, о которых рассуждает теоретически.

В ходе обсуждения теоретического материала могут разгореться споры, дискуссии, к участию в которых должен стремиться каждый. Преподавателю необходимо внимательно и критически слушать, подмечать особенности в суждениях студентов, улавливать недостатки и ошибки, корректировать их знания, и, если нужно, выступить в роли рефери. При этом обратить внимание на то, что еще не было сказано, или поддержать и развить интересную мысль, высказанную выступающим студентом.

В заключение опроса преподаватель, еще раз кратко резюмирует теоретический материал, необходимый для решения задач. Также преподаватель может (выборочно) проверить конспекты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения,

Затем приступают к решению практических задач, используя изученные теоретические положения.

Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине.

#### *Методические рекомендации студентам к самостоятельной работе*

Среди основных видов самостоятельной работы студентов выделяют следующие: подготовка к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ, участие в научной работе. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема,

конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Курс дисциплины построен таким образом, чтобы позволить студентам максимально проявить способность к самостоятельной работе. Для успешной самостоятельной работы предполагается тесный контакт с преподавателем.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах : учебное пособие / А.Б. Васильева [и др.] .— Изд. 3-е, испр. — СПб ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 .
2	Морс М. Вариационное исчисление в целом / М. Морс ; пер. с англ. Л.Б. Вертгейма ; под ред. И.А. Тайманова .— М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований : Регулярная и хаотическая динамика, 2010 .
3	Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учебное пособие / И.Л. Акулич .— Изд. 3-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011 .
4	Аттетков А.В. Методы оптимизации : учебное пособие : [для студ. высш. учеб. заведений] / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников .— Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2013 .
5	Васильев Ф.П. Методы оптимизации : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"] : [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев .— Москва : Изд-во МЦНМО, 2011.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Покорный Ю.В. Оптимальные задачи : [учебное пособие] / Ю.В. Покорный .— М. ; Ижевск : Регуляр. и хаотич. динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2008 .
2	Покорный Ю.В. Краткий курс математической теории оптимальных задач / Ю.В. Покорный. — Воронеж : ОАО "Центрально-Черноземное издательство", 2007.
3	Понтрягин Л.С. Принцип максимума в оптимальном управлении / Л.С. Понтрягин. - М. : Наука, 1989.
4	Ахиезер Н.И. Лекции по вариационному исчислению / Н.И. Ахиезер. - М. :

	Гостехиздат, 1955.
5	Галлеев Э.М. Краткий курс теории экстремальных задач / Э.М. Галлеев, В.М. Тихомиров. - М. : Изд-во МГУ, 1989.
6	Гельфанд И.М. Вариационное исчисление / И.М. Гельфанд, С.В. Фомин. - М. : Физматлит, 1961.
7	Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление : учебник для физ. и физ.-мат. фак. ун-тов / Л. Э. Эльсгольц . - 4-е изд. - М. : Эдиториал УРСС, 2000.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> - электронный каталог ЗНБ ВГУ
2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3	Электронный курс <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9814">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9814</a>
4	Google, Yandex, Rambler

#### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Покорный Ю.В. Краткий курс математической теории оптимальных задач. / Ю.В. Покорный. — Воронеж : ОАО "Центрально-Черноземное издательство", 2007.
2	Дидактический материал по методам оптимизации / Ю.В. Покорный [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007 .— 25 с.
3	Дидактический материал по вариационному исчислению / Ю.В. Покорный [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007 .— 28 с.
4	Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете

#### 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ». <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9814>

Перечень необходимого программного обеспечения :

Microsoft Windows Server 2008, Microsoft Windows 10 Enterprise 64 bit, Android, Microsoft Visual Studio, Microsoft SQL Server Express, Microsoft Visual C++, Microsoft Web Deploy, MySQL Connector Net, DrWeb, Lazarus, Free Pascal, Java 8, NetBeans IDE, VMware Player, Oracle VM VirtualBox, Python 2/3, LibreOffice 6 (*Writer (текстовый процессор), Calc (электронные таблицы), Impress (презентации), Draw (векторная графика), Base (база данных), Math (редактор формул)*), MATLAB, Deductor Academic, Gimp, Inkscape, MiKTeX, TeXstudio, Denwer, AnyLogic PLE, 1С: Предприятие 8 (*учебная версия*), Maxima, Total Commander, WinDjView, Foxit Reader, 7-Zip, Mozilla Firefox, Vliiss

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель.

Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории, соответствующие действующим санитарно-техническим нормам и противопожарным правилам.

Для самостоятельной работы используются классы с компьютерной техникой, оснащенные необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой и нормативной поисковой системой, имеющей выход в глобальную сеть, читальные залы библиотеки.

При реализации дисциплины с использованием дистанционного образования возможны дополнения материально-технического обеспечения дисциплины.

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1  Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии,	Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.  Уметь применять математический аппарат для решения поставленных задач.  Владеть основными терминами и утверждениями, полученными в	1-5	КИМ (экзамен), КИМ (Контрольная работа)



<p>дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>области изучаемого курса.</p>		
<p>ПК-1 Способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации</p>	<p>Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p> <p>Уметь самостоятельно анализировать поставленную задачу, выбирать корректный метод ее решения, построить алгоритм и его реализацию, обработать и проанализировать полученную информацию.</p> <p>Владеть источниками информации, навыками работы с литературой, информационными системами.</p>	<p>1-5</p>	<p>КИМ (экзамен), КИМ (Контрольная работа)</p>

<p>ПК-2 Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики</p>	<p>Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p> <p>Уметь самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках математических задач и задач механики.</p> <p>Владеть основными терминами и утверждениями, полученными в области изучаемого курса.</p>	<p>1-5</p>	<p>КИМ (экзамен), КИМ (Контрольная работа)</p>
<p><b>Промежуточная аттестация</b></p>		<p><b>КИМ (Экзамен)</b></p>	

**19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Фрагментарные знания или отсутствие знаний и умений. Обучающийся не владеет основами учебно-программного материала. Студент допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.</p>	<p>-</p>	<p><b>«Неудовлетворительно»</b></p>
<p>обучающийся показывает свой общекультурный уровень, в основном знает предмет учебной дисциплины, знает основные определения и термины, имеет определенные знания предмета, практические задания решить не может, также не может привести доказательства.</p>	<p>Пороговый</p>	<p><b>"Удовлетворительно"</b></p>
<p>обучающийся показывает свой интеллектуальный и общекультурный уровень, твердо знает предмет учебной дисциплины, логично излагает</p>	<p>Достаточный</p>	<p><b>"Хорошо"</b></p>

изученный материал, умеет применять теоретические знания для решения практических задания, на вопросы билеты получены полные и верные ответы, приведено доказательство, но есть небольшие неточности в формулировках и затруднения при ответе на дополнительные вопросы		
обучающийся показывает высокий интеллектуальный и общекультурный уровень, глубокое и всестороннее знание предмета, на все вопросы билета даны правильные исчерпывающие ответы, приведены доказательства обучающийся аргументировано и логично излагает материал, правильно решает все предложенные практические задания; дополнительные вопросы не вызывают затруднений	Повышенный	"Отлично"

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к экзамену**

1. Абстрактная теорема Ферма.
2. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.
3. Лемма Лагранжа.
4. Первые интегралы в частных случаях уравнения Эйлера.
5. Задача о брахистохроне (с решением)
6. Теорема и лемма Дю-Буа-Реймона.
7. Гладкость экстремалей.
8. Задача Пуассона
9. Функционалы от векторных функций
10. Задача Остроградского
11. Задача Больца
12. Вторая вариация. Теорема о знаке второй вариации. Вторая вариация в простейшей задаче вариационного исчисления.
13. Теорема Лежандра.
14. Теорема Лежандра-Лагранжа
15. Условие Якоби
16. Неосцилляция уравнения Якоби
17. Теорема Штурма
18. Теорема о неосцилляции (об эквивалентных условиях)
19. Усиленная теорема Якоби
20. Достаточное условие слабого экстремума
21. Лемма об оценке «хвоста».
22. Теорема об экстремуме линейного функционала

23. Выпуклая оболочка. Теорема о выпуклой оболочке.
24. Критерий выпуклости.
25. Теорема о достижении экстремума в крайней точке.
26. Алгоритм симплексного метода
27. Постановка задачи оптимального управления.
28. Лемма 1 о сдвиге управления.
29. Лемма 2 о суперпозиции управлений.
30. Принцип оптимальности.
31. Уравнение Беллмана для задачи быстродействия.
32. Принцип максимума Понтрягина.

### Образцы КИМ-ов к экзамену

#### Контрольно-измерительный материал № 1

##### Теория:

1. Задача Больца.
2. Уравнение Беллмана для задачи быстродействия.

##### Практика:

1. Выпишите первую вариацию функционала  $\Phi(u) = \int_0^1 \frac{(x^2 + 1)u'^2}{2} dx - \int_0^1 u dx$ , заданного на

пространстве  $C^1[0,1]$

2. Выпишите уравнение и условия, которым должна удовлетворять точка минимума функционала

$$\Phi(u) = \int_0^1 \frac{u'^2}{2} dx - \int_0^1 u x dx, \quad u(0) = u'(0) = 0.$$

3. Решите симплексным методом

$$\begin{aligned} & x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 \rightarrow \max \\ & \begin{cases} -x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \leq 2 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 - 2x_4 \leq 12 \\ 2x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 2x_4 \leq 6 \\ x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, 4. \end{cases} \end{aligned}$$

#### 19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

##### Контрольная работа №1

Задание 1.

Найдите допустимые экстремали для заданных функционалов:

$$\Phi(x) = \int_0^1 (120tx - x''^2) dt \quad x(0) = 0, x'(0) = 0 \quad x(1) = 1, x'(1) = 6$$

$$\Phi(x) = \int_0^\pi (x'^2 - x^2) dt \quad \int_0^\pi x \cos t dt = 1, \quad x(0) = x(\pi) = 0$$

Задание 2.

Исследуйте на слабый экстремум

$$\int_0^1 (x'^2 + 9x^2) dt \quad x(0) = x(1) = 0$$

## Контрольная работа №2

Задание 1.

Решите задачу линейного быстродействия

$$\begin{cases} x_1' = 3u \\ x_2' = -x_1 \end{cases} \quad 0 \leq u \leq 2$$

Задание 2.

$$L = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max \text{ при ограничениях } \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 6, \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 3, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

$$L = 16x_1 + 9x_2 \rightarrow \max \text{ при ограничениях } \begin{cases} 5x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ x_1 + 3x_2 \leq 6, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

$x_1$  и  $x_2$  – целые.

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

**Текущий контроль** это одна из составляющих оценки качества освоения образовательных программ, направленный на проверку знаний, умений и навыков

обучающихся. Текущий контроль осуществляется по ходу обучения и дает возможность определить степень сформированности знаний, умений, навыков, а также их глубину и прочность.

Цель текущего контроля: обеспечение оперативной обратной связи и определение фактического уровня знаний, умений и навыков обучающихся по конкретной дисциплине учебного плана в процессе его обучения.

Задачи текущего контроля:

- повышение качества и прочности знаний студентов;
- приобретение и развитие навыков самостоятельной работы;
- повышение академической активности студентов;
- обеспечение оперативного управления учебной деятельностью в течение семестра.

Текущий контроль проводится в течение семестра по итогам выполнения контрольных работ, участия в практических занятиях, коллоквиумах, участия в тестировании, подготовке докладов, выполнении курсовых работ и т.д. Текущий контроль успеваемости студентов является постоянным, осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы (формы и виды текущего контроля успеваемости студентов определяются учебными планами).

По курсу «Методы оптимизаций» планируются следующие виды текущего контроля: устный опрос, контрольная работа.

В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с практическими заданиями и задается ограничение по времени 90 минут.

Если текущая аттестация проводится в дистанционном формате, то обучающийся должен иметь компьютер и доступ в систему «Электронный университет». Если у обучающегося отсутствует необходимое оборудование или доступ в систему, то он обязан сообщить преподавателю об этом за 2 рабочих дня.

При организации текущего контроля уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенций могут быть определены как среднее по результатам контрольных работ и устных ответов. Каждая контрольная работа оценивается по пятибалльной системе, если в итоге средний балл составляет не менее 3 баллов выставляется оценка «зачтено».

**Промежуточная аттестация** это определение и оценка уровня знаний студента за определенный период обучения. Кроме оценки уровня знаний процедура аттестации предполагает на основе анализа текущей успеваемости и отношения к учебной работе оценку ряда личных качеств студента.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы оптимизаций» проводится в форме экзамена.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Результаты текущей аттестации обучающегося учитываются при проведении промежуточной аттестации. При несогласии студента с результатами текущей аттестации ему дается возможность пройти промежуточную аттестацию на общих основаниях.