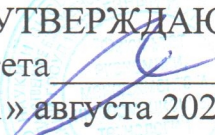


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета  Баркалов С.А.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Исследование операций и методы оптимизации»

Специальность 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Специализация 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»

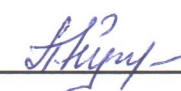
Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный период обучения 4года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2020

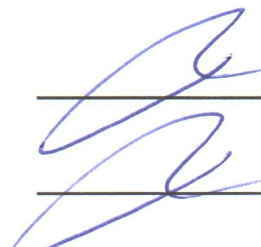
Автор программы

 /П.Н. Курочка/

Заведующий кафедрой
управления

 /Баркалов С.А./

Руководитель ОПОП

 /Баркалов С.А./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в приобретении специальных знаний, связанных с построением, исследованием и применением оптимизационных задач при исследовании социальных, экономических и технических систем, знающих теоретические основы выбора оптимальных экономических и технологических решений с учетом заданных производственно-экономических ограничений, в том числе, использующих целочисленные характеристики и многокритериальные целевые условия, умеющих использовать эти знания в практической деятельности строительной фирмы для минимизации стоимости и обеспечения сроков выполнения проектов по строительству, ремонту и реконструкции.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- сформировать специальные знания, связанные с построением, исследованием и применением оптимизационных задач при исследовании социальных, экономических и технических систем;

- обеспечить приобретение навыков, связанных с построением, исследованием и применением оптимизационных задач на базе теоретических основ выбора оптимальных экономических и технологических решений с учетом заданных производственно-экономических ограничений, в том числе, использующих целочисленные характеристики и многокритериальные целевые условия и умеющих использовать эти знания в практической деятельности строительной фирмы для минимизации стоимости и обеспечения сроков выполнения проектов по строительству, ремонту и реконструкции

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» относится к вариативной части обязательных дисциплин Блока 1.

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» призвана сформировать широкий мировоззренческий горизонт будущего специалиста, а также заложить методологические основы и послужить теоретической базой для дальнейшего получения глубоких знаний по другим предметам, таких как «Управление в социальных и экономических системах», «Теория систем и системный анализ» «Научно-исследовательская практика», «Итоговая аттестация», «Подготовка и защита ВКР».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;

ОПК-3 - способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;

ОПК-5 – способностью объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;

ПК-4 – способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;

УК-1 – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-2 – способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

УК-3 – готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать: - основы математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения экономических задач; - основные понятия, определения и принципы постановки и решения оптимизационных задач, теоретические основы нелинейной оптимизации и многомерного поиска и их прикладное значение для разработки эффективных проектов строительной отрасли.
	уметь: - применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения экономических задач;
	владеть: - навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; - методикой построения анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов.
ОПК-3	знать: - основные методы исследования социальных и экономических систем в области будущей профессиональной деятельности;
	уметь: - применять основные методы исследования социальных и экономических систем в сфере своей профессиональной деятельности;
	владеть: - методикой применения основных методов исследования социальных и экономических систем в сфере своей профессиональной деятельности;

	сти;
ОПК-5	знать: - основные методы анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;
	уметь: - применять основные методы анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;
	владеть: - методикой использования основных методов анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;
ПК-4	знать: - основные аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;
	уметь: - использовать основные аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;
	владеть: - методикой практического применения основных аналитических, вычислительных и системно-аналитических методов для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;
УК-1	знать: - основные методы анализа и оценки современных научных достижений;
	уметь: - генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
	владеть: - методикой генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
УК-2	знать: - основные методы проектировать и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
	уметь: - применять в практической деятельности основные методы проектировать и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
	владеть: - методикой использования основных методов проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных;

	нарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;
УК-3	знать: - основные научные направления по избранной специальности реализуемые в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
	уметь: - участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
	владеть: - методикой участия в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4			
Аудиторные занятия (всего)	6	6			
В том числе:					
Лекции	6	6			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа (всего)	102	102			
В том числе:					
Курсовой проект					
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	-	-			
Общая трудоемкость	час.	108	108		
	зач. ед.	3	3		

заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4			
Аудиторные занятия (всего)	18	18			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа (всего)	90	90			
В том числе:					
Курсовой проект					
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	-	-			
Общая трудоемкость	час.	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Классификация задач оптимизации.	Сущность и назначение оптимизационных задач. Классификация задач оптимизации. Задачи условной и безусловной оптимизации. Задачи линейного и нелинейного программирования. Классический метод решения задач оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Преобразование Валентайна.	2	-	27	35
2	Основы построения и решения задач линейной оптимизации	Основные категории задач оптимизации. Примеры производственно-экономического приложения задач оптимизации. Графическое решение оптимизационных задач различных типов. Симплекс-метод. Модифицированный симплекс-метод. Теория двойственности. Анализ решения задачи линейного программирования на чувствительность.	4	-	27	37
3	Задачи целочисленного линейного программирования	Определение задачи целочисленного линейного программирования. Примеры задач в строительстве и экономике. Графический метод решения задач. Задача "о ранце". Метод "ветвей и границ".	4	-	27	35
4	Специальные задачи оптимизации	Транспортная задача. Обоснование использования. Нахождение исходного опорного решения. Определение эффективного варианта решения. Переход от одного опорного решения к другому. Альтернативный оптимум и вырожденность в транспортных задачах. Постановка задачи о назначениях. Планирование загрузки оборудования с учетом максимальной производительности станков. Выбор инвестиционных проектов в условиях ограниченности финансовых ресурсов.	4	-	27	37
5	Задачи нелинейной оптимизации	Обоснование задач с нелинейной целевой функцией. Использование технологии сокращения интервала поиска для задач нелинейного программирования. Метод «золотого сечения», метод последовательной дихотомии, метод секущих, метод Ньютона. Методы решения задач многомерного поиска: Обоснование задач многомерного поиска. Примеры. Градиентный метод. Обоснование. Алгоритм. Пример. Метод наискорейшего спуска. Обоснование. Алгоритм. Пример.	4	-	27	37
Итого			18	-	90	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Курсовые проекты – учебным планом не предусмотрены

Контрольные работы – учебным планом не предусмотрены

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»; «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать: - основы математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения экономических задач; - основные понятия, определения и принципы постановки и решения оптимизационных задач, теоретические основы нелинейной оптимизации и многомерного поиска и их прикладное значение для разработки эффективных проектов строительной отрасли.	Опрос, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения экономических задач;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; - методикой построения анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-3	знать: - основные методы исследования социальных и экономических систем в области будущей профессиональной	Опрос, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	деятельности;			
	уметь: - применять основные методы исследования социальных и экономических систем в сфере своей профессиональной деятельности;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - методикой применения основных методов исследования социальных и экономических систем в сфере своей профессиональной деятельности;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-5	знать: - основные методы анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	Опрос, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - применять основные методы анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - методикой использования основных методов анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать: - основные аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;	Опрос, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - использовать основные аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - методикой практического применения основных аналитических, вычислительных и системно-аналитических методов для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

УК-1	знать: - основные методы анализа и оценки современных научных достижений;	Опрос, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - методикой генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-2	знать: - основные методы проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	Опрос, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - применять в практической деятельности основные методы проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - методикой использования основных методов проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-3	знать: - основные научные направления по избранной специальности реализуемые в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Опрос, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - участвовать в работе российских и международных исследовательских коллекти-	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

вов по решению научных и научно-образовательных задач;			
владеть: - методикой участия в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать: - основы математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики, необходимые для решения экономических задач; - основные понятия, определения и принципы постановки и решения оптимизационных задач, теоретические основы нелинейной оптимизации и многомерного поиска и их прикладное значение для разработки эффективных проектов строительной отрасли.	Опрос, тест	Полный ответ. Выполнение теста на 90-100%	Ответ с небольшими недостатками. Выполнение теста на 80- 90%	Ответ с существенными проблемами, показывающими, что материал усвоен более чем на половину. Выполнение теста на 70- 80%	Ответ не получен. В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: - применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения экономических задач;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: - навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; - методикой построения анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	развития экономических явлений и процессов.					
ОПК-3	знать: - основные методы исследования социальных и экономических систем в области будущей профессиональной деятельности;	Опрос, тест	Полный ответ. Выполнение теста на 90-100%	Ответ с небольшими недостатками. Выполнение теста на 80- 90%	Ответ с существенными проблемами, показывающими, что материал усвоен более чем на половину. Выполнение теста на 70- 80%	Ответ не получен. В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: - применять основные методы исследования социальных и экономических систем в сфере своей профессиональной деятельности;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: - методикой применения основных методов исследования социальных и экономических систем в сфере своей профессиональной деятельности;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-5	знать: - основные методы анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	Опрос, тест	Полный ответ. Выполнение теста на 90-100%	Ответ с небольшими недостатками. Выполнение теста на 80- 90%	Ответ с существенными проблемами, показывающими, что материал усвоен более чем на половину. Выполнение теста на 70- 80%	Ответ не получен. В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: - применять основные методы анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: - методикой использования основных методов анализа и оценки результатов научных исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать: - основные аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области	Опрос, тест	Полный ответ. Выполнение теста на 90-100%	Ответ с небольшими недостатками. Выполнение теста на 80- 90%	Ответ с существенными проблемами, показывающими, что материал усвоен более чем на половину. Выполнение теста	Ответ не получен. В тесте менее 70% правильных ответов

	управления социальными, экономическими и техническими системами;				на 70- 80%	
	уметь: - использовать основные аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: - методикой практического применения основных аналитических, вычислительных и системно-аналитических методов для решения прикладных задач в области управления социальными, экономическими и техническими системами;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-1	знать: - основные методы анализа и оценки современных научных достижений;	Опрос, тест	Полный ответ. Выполнение теста на 90- 100%	Ответ с небольшими недостатками. Выполнение теста на 80- 90%	Ответ с существенными пробелами, показывающими, что материал усвоен более чем на половину. Выполнение теста на 70- 80%	Ответ не получен. В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: - генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: - методикой генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-2	знать: - основные методы проектировать и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием	Опрос, тест	Полный ответ. Выполнение теста на 90- 100%	Ответ с небольшими недостатками. Выполнение теста на 80- 90%	Ответ с существенными пробелами, показывающими, что материал усвоен более чем на половину. Выполнение теста на 70- 80%	Ответ не получен. В тесте менее 70% правильных ответов

	знаний в области истории и философии науки;					
	уметь: - применять в практической деятельности основные методы проектировать и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: - методикой использования основных методов проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-3	знать: - основные научные направления по избранной специальности реализуемые в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Опрос, тест	Полный ответ. Выполнение теста на 90-100%	Ответ с небольшими недостатками. Выполнение теста на 80- 90%	Ответ с существенными пробелами, показывающими, что материал усвоен более чем на половину. Выполнение теста на 70-80%	Ответ не получен. В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: - участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть: - методикой участия в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

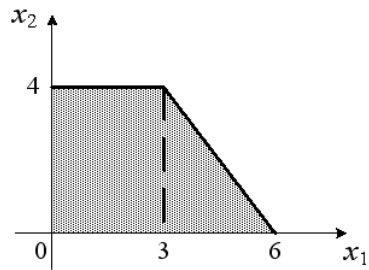
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Решение называют оптимальным, ...
если оно по тем или иным признакам предпочтительнее других
если оно рационально
если оно согласовано с начальством
если оно утверждено общим собранием
2. Задача линейного программирования состоит в ...
отыскании наибольшего (наименьшего) значения линейной функции при наличии линейных ограничений
создании линейной программы на избранном языке программирования, предназначенной для решения поставленной задачи
описании линейного алгоритма решения заданной задачи
3. В задачах целочисленного программирования...
неизвестные могут принимать только целочисленные значения
целевая функция должна обязательно принять целое значение, а неизвестные могут быть любыми
целевой функцией является числовая константа
4. Целевой функцией задачи линейного программирования может являться функция:
 $F = 12x_1 + 20x_2 - 30x_3 \rightarrow \min$
 $F = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} \rightarrow \min$
 $F = 3x_1 - 4x_2 + \sqrt{x_3} \rightarrow \max$
 $F = x_1^2 - 2x_2 \rightarrow \max.$
5. Системой ограничений задачи линейного программирования может являться система:
$$\begin{cases} x_1 - x_2 \geq 3, \\ x_1 + x_2 \leq 0. \end{cases} \quad \begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \geq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 2. \end{cases} \quad \begin{cases} \sqrt{x_1} + x_2 = 4, \\ x_1 + x_2^2 \leq 6. \end{cases} \quad \begin{cases} x_2^3 - x_1 = 4, \\ x_1^2 - x_2^2 \geq 4. \end{cases}$$
6. Симплекс-метод - это:
аналитический метод решения основной задачи линейного программирования
метод отыскания области допустимых решений задачи линейного программирования;
графический метод решения основной задачи линейного программирования;
метод приведения общей задачи линейного программирования к каноническому виду.
7. Задача линейного программирования состоит в:
отыскании наибольшего или наименьшего значения линейной функции при наличии линейных ограничений
разработке линейного алгоритма и реализации его на компьютере
составлении и решении системы линейных уравнений

поиске линейной траектории развития процесса, описываемого заданной системой ограничений.

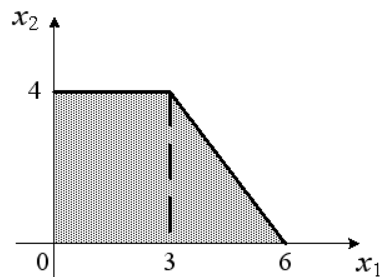
8. Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:



Тогда максимальное значение функции $F(x_1, x_2) = 3x_1 + 5x_2$ равно...

- 29
- 20
- 27
- 31

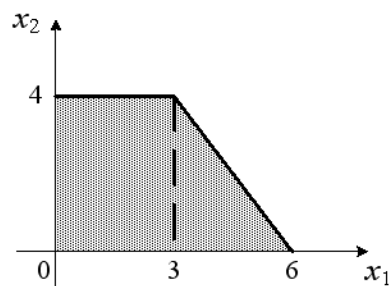
9. Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:



Тогда максимальное значение функции $F(x_1, x_2) = 5x_1 + 3x_2$ равно...

- 30
- 32
- 12
- 27

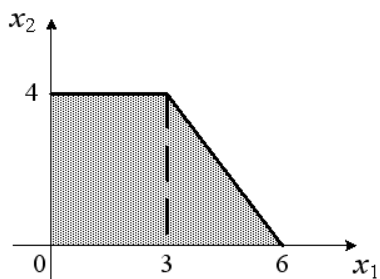
10. Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:



Тогда максимальное значение функции $F(x_1, x_2) = 2x_1 - 2x_2$ равно...

- 12
- 14
- 8
- 20

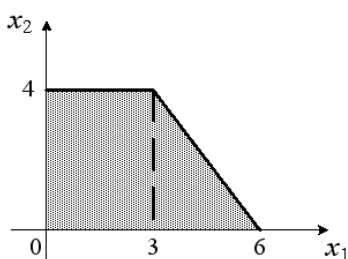
11. Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:



Тогда минимальное значение функции $F(x_1, x_2) = 2x_1 - 2x_2$ равно...

- 8
- 12
- 2
- 0

12. Область допустимых решений задачи нелинейного программирования имеет вид:



Тогда максимальное значение функции $F(x_1, x_2) = x_2 - x_1^2$ равно...

- 4
- 6
- 5
- 12

13. Максимальное значение целевой функции $F(x_1, x_2) = 5x_1 + 2x_2$ при ограничениях

$x_1 + x_2 \leq 6$,
 $x_1 \leq 4$,
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$, равно ...

- 24
- 18
- 26
- 12

14. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30.

Данная задача является ...

- задачей линейного программирования
- задачей, решаемой методом динамического программирования
- задачей нелинейного программирования
- задачей сетевого планирования.

15. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей

выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30.

Целевой функцией данной задачи является функция ...

$$F(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$F(x_1, x_2) = 25x_1 + 30x_2 \rightarrow \max$$

$$F(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$F(x_1, x_2) = 60 - 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$$

16. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30

Допустимым планом данной задачи является план:

$$X = (20, 20)$$

$$X = (25, 15)$$

$$X = (20, 25)$$

$$X = (30, 10)$$

17. В двух пунктах А₁ и А₂ имеется соответственно 60 и 160 единиц товара. Весь товар нужно перевезти в пункты В₁, В₂, В₃ в количестве 80, 70 и 70 единиц соответственно. Матрица

тарифов такова: $C = \begin{pmatrix} 4 & 6 & 8 \\ 5 & 8 & 7 \end{pmatrix}$. Спланируйте перевозки так, чтобы их стоимость была мини-

мальной.

Данная задача является ...

транспортной задачей

задачей нелинейного программирования

задачей коммивояжера

задачей о назначениях

18. В двух пунктах А₁ и А₂ имеется соответственно 60 и 160 единиц товара. Весь товар нужно перевезти в пункты В₁, В₂, В₃ в количестве 80, 70 и 70 единиц соответственно. Матрица

тарифов такова: $C = \begin{pmatrix} 4 & 6 & 8 \\ 5 & 8 & 7 \end{pmatrix}$. Спланируйте перевозки так, чтобы их стоимость была мини-

мальной.

Целевой функцией данной задачи является функция:

$$F = 4x_{11} + 6x_{12} + 8x_{13} + 5x_{21} + 8x_{22} + 7x_{23} \rightarrow \min$$

$$F = x_{11}^4 + x_{12}^6 + x_{12}^8 + x_{21}^5 + x_{22}^8 + x_{23}^7 \rightarrow \min$$

$$F = 60x_1 + 160x_2 + 80x_3 + 70x_4 + 70x_5 \rightarrow \max$$

$$F = 60x_1 + 160x_2 - 80x_3 - 70x_4 - 70x_5 \rightarrow \min$$

19. Транспортная задача

	30	100+b
20	3	9
30+a	4	1
100	6	8

будет закрытой, если...

$$a=60, b=80$$

$$a=60, b=85$$

$$a=60, b=70$$

$$a=60, b=75$$

20. Транспортная задача

	30	100
20	3	9
30	4	1
100	6	8

является...

открытой

закрытой

неразрешимой

21. Транспортная задача

	50	100
20	3	9
30	4	1
100	6	8

является...

закрытой

открытой

неразрешимой

22. Для решения следующей транспортной задачи

	50	90
20	3	9
30	4	1
100	6	8

необходимо ввести...

фиктивного потребителя

фиктивного поставщика;

эффективный тариф

эффективную процентную ставку.

23. Если одна из пары двойственных задач имеет оптимальный план, то...

и другая имеет оптимальный план

другая не имеет оптимального плана

другая не имеет допустимых решений

24. Если одна из пары двойственных задач имеет оптимальный план, то...

и другая имеет оптимальный план и значения целевых функций при их оптимальных планах равны между собой

и другая имеет оптимальный план, но значения целевых функций при их оптимальных планах не равны между собой

другая задача может не иметь оптимального плана, но иметь допустимые решения

25. При решении некоторых задач нелинейного программирования применяется ...

метод множителей Лагранжа

метод Гаусса

метод аппроксимации Фогеля

метод Гомори

26. Среди данных транспортных задач

1.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	22	34	41	20
30	10	7	6	8
48	5	6	5	4
38	8	7	6	7

2.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	25	30	41	20
30	10	7	6	8
48	5	6	5	4
38	8	7	6	7

3.

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	26	34	41	20
31	10	7	6	8
48	5	6	5	4
39	8	7	6	7

закрытыми являются...

2

2 и 3

1 и 3

1

27. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max,$$

$$x_1 + x_2 = 6,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Наибольшее значение целевой функции $F(x_1, x_2)$...

равно 36

равно 18

равно 72

не достижимо ($+\infty$)

28. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min,$$

$$x_1 + x_2 = 6,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Наименьшее значение целевой функции $F(x_1, x_2)$...

равно 18

равно 36

равно 6

равно 9

29. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max,$$

$$x_1 + x_2 = 6,$$

x_1, x_2 - любые.

Наибольшее значение целевой функции $F(x_1, x_2)$...

не достижимо ($+\infty$)

равно 36
равно 18
равно 72

30. Задана задача нелинейного программирования

$$F(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min,$$

$$x_1 + x_2 = 6,$$

x_1, x_2 - любые.

Наименьшее значение целевой функции $F(x_1, x_2) \dots$

равно 18

равно 36

равно 6

равно 9

равно 0

не достижимо ($-\infty$)

31. Для решения транспортной задачи может применяться...

метод потенциалов

метод множителей Лагранжа

метод Гаусса

метод Ньютона

32. Если целевая функция исходной задачи линейного программирования задается на максимум, то целевая функция двойственной задачи задается:

на максимум;

на минимум;

не имеет экстремума;

определить невозможно.

33. Задача коммивояжера относится к задачам

квадратичного программирования

выпуклого программирования

геометрического программирования

комбинаторного программирования

34. В задачах целочисленного программирования неизвестные параметры могут принимать

только положительные значения

только целочисленные значения

любые значения

только отрицательные значения

35. Задачей безусловной оптимизации называется задача, в постановке которой

отсутствуют ограничения на оптимизируемые переменные

присутствуют ограничения на оптимизируемые переменные

отсутствуют ограничения на значения функции

присутствуют ограничения на значения функции

36. Метод множителей Лагранжа, сводит задачу условной оптимизации, где ограничения заданы равенствами к задаче

условной минимизации целевой функции

безусловной минимизации функции Лагранжа

безусловной минимизации целевой функции

37. Какое число неопределенных множителей Лагранжа может быть в задаче условной оптимизации, если число переменных в составе оптимизируемой функции равно 8.

- не более 7
- не более 8
- нет правильного ответа
- любое количество

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Решить графически следующую задачу

$$F = Ax_1 + Bx_2 \rightarrow \max; \quad Cx_1 + Dx_2 \leq E, \quad Fx_1 + Gx_2 \leq H, \quad Kx_1 + Lx_2 \leq M, \quad x_1, x_2 \geq 0.$$

Значения коэффициентов А, В, С, D, E, F, G, K, L, М приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер варианта	А	В	С	D	E	F	G	Н	K	L	М
1	2	2	2	0,5	20	1	1	15	2	0,4	10
2	3	1	4	0,3	24	0,5	5	25	2	2	18

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Составить оптимальный план перевозок

Номер варианта	Заводы — отправители	Объекты, назначения (объем их спроса B_i). Матрица расстояний или себестоимость перевозок				
		B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
1	$A_1=250$	13	9	22	11	16
	$A_2=205$	14	5	16	14	22
	$A_3=105$	20	17	27	18	21
	B	120	130	90	115	105
2	$A_1 = 250$	12	14	20	13	18
	$A_2 = 200$	13	7	14	12	22
	$A_3 = 200$	18	16	25	13	21
	B	150	120	100	150	130

2. Распределить исполнителей по работам таким образом, чтобы суммарная стоимость выполнения всего комплекса работ была минимальной.

Вариант	Бригада	Виды работ				
		1	2	3	4	5
1	1	3	4	2	2	1
	2	4	5	3	1	3
	3	4	3	1	1	1
	4	3	1	2	2	2
	5	1	3	1	2	1
2	1	1	1	3	2	1
	2	5	2	3	1	3
	3	4	5	1	2	4
	4	1	7	1	3	5

	5	2	10	1	4	6
--	---	---	----	---	---	---

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Сущность и назначение оптимизационных задач.
2. Классификация задач оптимизации.
3. Задачи условной и безусловной оптимизации.
4. Задачи линейного и нелинейного программирования.
5. Классический метод решения задач оптимизации.
6. Метод множителей Лагранжа.
7. Основные категории задач оптимизации.
8. Примеры производственно-экономического приложения задач оптимизации.
9. Графическое решение оптимизационных задач различных типов.
10. Ограничения, существующие для графического метода решения.
11. Симплекс-метод.
12. Модифицированный симплекс-метод.
13. Теория двойственности.
14. Анализ решения задачи линейного программирования на чувствительность
15. Определение задачи целочисленного линейного программирования.
16. Примеры задач в строительстве и экономике.
17. Графический метод решения задач.
18. Задача “о ранце”.
19. Метод “ветвей и границ”.
20. Сформулируйте общую задачу параметрического программирования
21. Транспортная задача.
22. Нахождение исходного опорного решения.
23. Определение эффективного варианта решения.
24. Переход от одного опорного решения к другому.
25. Альтернативный оптимум и вырожденность в транспортных задачах.
26. Постановка задачи о назначениях.
27. Венгерский метод
28. Планирование загрузки оборудования с учетом максимальной производительности станков.
29. Выбор инвестиционных проектов в условиях ограниченности финансовых ресурсов
30. Сформулируйте общую задачу дробно - линейного программирования.
31. Обоснование задач с нелинейной целевой функцией.
32. Использование технологии сокращения интервала поиска для задач нелинейного программирования.
33. Метод «золотого сечения»,
34. Метод последовательной дихотомии,
35. Метод секущих,
36. Метод Ньютона.

37.Методы решения задач многомерного поиска:

38.Обоснование задач многомерного поиска.

39.Градиентный метод.

40.Метод наискорейшего спуска.

7.2.4. Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

При проведении зачета с оценкой обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

7.2.4 Паспорт оценочных материалов

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Классификация задач оптимизации.	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5 ПК-4, УК-1, УК-2, УК-3	Опрос, тест, контрольная работа
Основы построения и решения задач линейной оптимизации	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5 ПК-4, УК-1, УК-2, УК-3	Опрос, тест, контрольная работа
Задачи целочисленного линейного программирования	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5 ПК-4, УК-1, УК-2, УК-3	Опрос, тест, контрольная работа
Специальные задачи оптимизации	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5 ПК-4, УК-1, УК-2, УК-3	Опрос, тест, контрольная работа
Задачи нелинейной оптимизации	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5 ПК-4, УК-1, УК-2, УК-3	Опрос, тест, контрольная работа

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Оптимизационные задачи. Учебное пособие. Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2005 г. - 124 с.	Учебное пособие	Д.А. Богданов, А.В. Воротынцева, М.В. Семенов.	2005	Библиотека – 89 экз.
2	Основы научных исследований по организации и управлению строительным производством. В 2-х ч. Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2002 г. - 423 с.	Учебное пособие	С.А. Баркалов, О.К. Мещерякова, П.Н. Курочка, В.Н. Колпачев.	2002	Библиотека – 160 экз.
3	Исследование операций в экономике. Лабораторный практикум. ВГАСУ, 2006. – 343 с.	Учебное пособие	Баркалов С.А., Курочка П.Н., Федорова И.В.	2006	Библиотека – 72 экз.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ www.gks.ru
Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области www.voronezhstat.gks.ru

Электронно-библиотечная система <http://www.iprbookshop.ru/52185.html>

<http://scientbook.com> Свободная информационная площадка научного общения. Инструмент коммуникации, поиска людей и научных знаний.

<http://e.lanbook.com> Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.

<http://www.public.ru> Интернет-библиотека предлагает широкий спектр информационных услуг: от доступа к электронным архивам публикаций русскоязычных СМИ и готовых

тематических обзоров прессы до индивидуального мониторинга и эксклюзивных аналитических исследований, выполненных по материалам печати.

<http://window.edu.ru/library> Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.

<http://www.prilib.ru/> Президентская библиотека им.Б.Н.Ельцина.

<http://www.iprbookshop.ru/> Электронно-библиотечная система.

<http://link.springer.com/> Издательство Springer.

<http://polpred.com/?ns=1> База данных.

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека.

<http://scientbook.com/index.php> Научно-информационная сеть .

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Компьютерный класс, который позволяет реализовать неограниченные образовательные возможности с доступом в сеть Интернет на скорости 6 мегабит в секунду. С возможностью проводить групповые занятия с обучаемыми, а так же онлайн (оффлайн) тестирование.
2. Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотек страны и мира. В количестве 3-х мест.
3. Персональный компьютер с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows XP, Office 2007, которое позволяет работать с видео-аудио материалами, создавать и демонстрировать презентации, с выходом в сеть Интернет.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине читаются лекции и самостоятельная работа обучающихся.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;

	- выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.