

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156275	Главы оптимизации

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Математика	Код ОП 1. 01.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Математика	Код направления и уровня подготовки 1. 01.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пьянзина Елена Сергеевна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра теоретической и математической физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Главы оптимизации

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из двух дисциплин «Методы оптимизации» и «Дискретная оптимизация». Цель дисциплины Методы оптимизации – изучение основ математической теории оптимизации, и ее применения при решении конкретных задач математического моделирования, создание базы для дальнейшего изучения численных методов оптимизации и пакетов прикладных программ для решения экстремальных задач. Курс «Дискретная оптимизация» посвящен изучению классических алгоритмов решения оптимизационных задач на графах и сетях с применением различных приемов программирования – построению новых и модификации и комбинации известных алгоритмов для решения конкретных задач – для конкретных конфигураций компьютеров – оценке эффективности указанных алгоритмов.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Методы оптимизации	4
2	Дискретная оптимизация	3
ИТОГО по модулю:		7

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Дискретная оптимизация	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области

	<p>конкретной области профессиональной деятельности</p>	<p>У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований</p>
	<p>ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов анализа и обобщения результатов научных исследований</p> <p>З-3 - Демонстрировать понимание приемов и способов самостоятельного поиска и осмысления информации в соответствии с профессиональными задачами</p> <p>У-1 - Систематизировать и анализировать результаты экспериментов, наблюдений, измерений</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты собственных исследований, соотнося их с данными научной литературы, формулировать заключения и выводы по результатам исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт представления обобщенных результатов исследовательской деятельности и их оформления в виде текстовых, графических и иных материалов в соответствии с требованиями</p> <p>П-3 - Иметь опыт подготовки и оформления отчетов по лабораторным работам, практикам, научным исследованиям на основе информационной и библиографической культуры</p>
<p>Методы оптимизации</p>	<p>ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области</p> <p>У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного</p>

		научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований
	ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов анализа и обобщения результатов научных исследований</p> <p>З-3 - Демонстрировать понимание приемов и способов самостоятельного поиска и осмысления информации в соответствии с профессиональными задачами</p> <p>У-1 - Систематизировать и анализировать результаты экспериментов, наблюдений, измерений</p> <p>У-3 - Интерпретировать результаты собственных исследований, соотнося их с данными научной литературы, формулировать заключения и выводы по результатам исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт представления обобщенных результатов исследовательской деятельности и их оформления в виде текстовых, графических и иных материалов в соответствии с требованиями</p> <p>П-3 - Иметь опыт подготовки и оформления отчетов по лабораторным работам, практикам, научным исследованиям на основе информационной и библиографической культуры</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы оптимизации

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гусев Михаил Иванович	д. физ.-мат. наук,	профессор	Прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 13.04.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гусев Михаил Иванович, профессор, Прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия экстремума	Примеры экстремальных задач. Конечномерные и бесконечномерные оптимизационные задачи. Классификация задач. Используемая терминология. История развития методов оптимизации. Выпуклые множества в конечномерных пространствах. Свойства выпуклых множеств. Теорема Каратеодори. Теоремы об отделимости выпуклых множеств. Теорема Фаркаша. Необходимые и достаточные условия оптимальности для задачи на безусловный экстремум функции n переменных. Касательный конус к ограничениям экстремальной задачи. Свойства касательных конусов для ограничений типа равенств и неравенств. Правило множителей Лагранжа для задачи математического программирования с ограничениями типа равенства. Необходимые условия первого порядка для задач математического программирования с ограничениями типа неравенства. Необходимые условия оптимальности второго порядка для задачи с ограничениями типа равенства. Формулировка необходимых условий оп-

		<p>тимальности для задачи со смешанными ограничениями. Достаточные условия оптимальности для задач с ограничениями типа равенства. Формулировка достаточных условий оптимальности для задачи со смешанными ограничениями. Интерпретация множителей Лагранжа</p>
P2	<p>Выпуклое программирование и теория двойственности. Линейное программирование, двойственность в задачах линейного программирования</p>	<p>Выпуклые функции, их свойства. Критерии выпуклости. Субградиент и субдифференциал выпуклой функции. Производные по направлению, производные Гато и Фреше функций и функционалов. Задача выпуклого программирования, ее свойства. Теорема Куна-Таккера о седловой точке функции Лагранжа в задаче выпуклого программирования. Седловые точки функций и взаимно двойственные экстремальные задачи. Теорема двойственности для задачи выпуклого программирования. Геометрическая и экономическая интерпретация двойственности. Теорема о дифференцируемости целевой функции двойственной задачи к задаче выпуклого программирования.</p> <p>Задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи. Эквивалентность разных форм записи задач. Крайние точки множества допустимых векторов и свойства решений задачи линейного программирования. Общая схема симплекс-метода. Теоремы двойственности в линейном программировании.</p>
P3	<p>Простейшая задача вариационного исчисления, необходимые и достаточные условия слабого экстремума</p>	<p>Первая вариация функционала в простейшей задаче вариационного исчисления. Вывод уравнения Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления. Вторая вариация функционала. Условие Лежандра для простейшей задачи вариационного исчисления. n-мерные вариационные задачи. Необходимые условия первого и второго порядков слабого экстремума. Задача вариационного исчисления с выпуклым функционалом, необходимые и достаточные условия минимума. Условие неотрицательности квадратичного функционала. Необходимые условия Якоби слабого экстремума для простейшей задачи вариационного исчисления. Достаточное условие положительности квадратичного функционала. Достаточные условия слабого экстремума для простейшей задачи вариационного исчисления.</p>
P4	<p>Вариационные задачи с подвижными границами и задачи на условный экстремум. Условия сильного экстремума в вариационных задачах и задачи оптимального управления</p>	<p>Общая формула вариации функционала. Задачи вариационного исчисления с подвижными границами. Условия трансверсальности. Кусочно-гладкие экстремали, условия Вейерштрасса-Эрдмана. Изопериметрическая вариационная задача, правило множителей Лагранжа. Задача Лагранжа, необходимые условия слабого экстремума.</p> <p>Функция Вейерштрасса. Необходимые условия Вейерштрасса сильного экстремума. Поле экстремалей, достаточные условия сильного экстремума. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина, связь с условиями оптимальности в вариационных задачах.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование информационной культуры в сети интернет	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры	З-3 - Демонстрировать понимание приемов и способов самостоятельного поиска и осмысления информации в соответствии с профессиональными задачами П-3 - Иметь опыт подготовки и оформления отчетов по лабораторным работам, практикам, научным исследованиям на основе информационной и библиографической культуры

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации

Электронные ресурсы (издания)

1. Карманов, В. Г.; Математическое программирование : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68140> (Электронное издание)
2. Алексеев, В. М.; Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67227> (Электронное издание)
3. Эльсгольц, Л. Э.; Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление : учебник.; б.и., Москва; 1969; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455165> (Электронное издание)

4. Сухарев, А. Г.; Курс методов оптимизации : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629> (Электронное издание)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.
- <http://study.urfu.ru> – портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
- <http://lib.urfu.ru> - Зональная научная библиотека ФГАОУ ВО УрФУ
- <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2320> - Списки рекомендованной литературы от ЗНБ
- <http://biblioclub.ru> - портал-библиотека электронных книг
- <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=81> - заказ литературы из электронного каталога
- <http://ustu.antiplagiat.ru/index.aspx> - Пакет «Антиплагиат.ВУЗ»

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Свободное ПО: Mozilla Firefox

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дискретная оптимизация

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Асанов Магаз Оразкимович	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Департамент математики, механики и компьютерных наук
2	Березин Денис Александрович	кандидат экономических наук, доцент	Доцент	Департамент математики, механики и компьютерных наук
3	Гальперин Александр Леонидович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	Департамент математики, механики и компьютерных наук

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 13.04.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Асанов Магаз Оразкимович, Доцент, Департамент математики, механики и компьютерных наук
- Березин Денис Александрович, Доцент, Департамент математики, механики и компьютерных наук
- Гальперин Александр Леонидович, Старший преподаватель, Департамент математики, механики и компьютерных наук

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*
Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ГРАФОВ.	Основные понятия теории графов. Машинное представление графов. Матрицы смежностей, списки смежностей, массив смежности.
P2	ПОИСК В ГРАФАХ	Поиск в глубину в графе. Поиск в ширину в графе. Построения путей в графах. Деревья поиска. Поиск в лабиринте. Задача о построении пути с минимальным числом поворотов.
P3	ЗАДАЧА О МИНИМАЛЬНОМ ОСТОВЕ	Алгоритмы Прима-Ярника-Дейкстры и Борувки-Краскла. Структуры данных задач НАЙТИ ОБЪЕДИНИТЬ в алгоритме Борувки-Краскла. Практические интерпретации задачи о минимальном остове.
P4	ЗАДАЧИ О КРАТЧАЙШИХ ПУТЯХ	Задачи о кратчайших путях, а именно, min-сумм, maxсумм, maxmin-задачи. Алгоритмы Форда-Беллмана и Дейкстры. Кратчайшие пути в бесконтурных сетях. Сетевые графики планирования работ. Расчеты основных характеристик в методе критического пути.
P5	ПОИСКИ В СЕТЯХ	Задача о максимальном потоке. Алгоритм Форда-Фалкерсона. Теорема Эдмондса-Карпа.

Р6	ПАРОСОЧЕТАНИЯ В ДВУДОЛЬНЫХ ГРАФАХ	Задача о наибольшем паросочетании. Задача о полном паросочетании. Алгоритм Куна.
-----------	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование информационно й культуры в сети интернет	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры	З-3 - Демонстрировать понимание приемов и способов самостоятельного поиска и осмысления информации в соответствии с профессиональными задачами П-3 - Иметь опыт подготовки и оформления отчетов по лабораторным работам, практикам, научным исследованиям на основе информационной и библиографической культуры

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дискретная оптимизация

Электронные ресурсы (издания)

1. Макоха, А. Н.; Дискретная математика : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68366> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Асанов, М. О.; Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы : Учеб. пособие для вузов.; РХД,

Москва; 2001 (129 экз.)

2. Замятин, А. П.; Языки, грамматики, распознаватели : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по группе мат. направлений и специальностей.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2007 (79 экз.)

3. Яблонский, С. В.; Введение в дискретную математику : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика".; Высшая школа, Москва; 2001 (46 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Баранский, В. А. Графы и матроиды / Баранский В.А., Расин В.В. — Ссылка .— 2008 .— Учебно-методический комплекс "Графы и матроиды" предназначен для студентов специальности "Компьютерная безопасность" и направления "Компьютерные науки" и "Компьютерная математика". В нем излагаются основы теории графов и теории матроидов, используемые при чтении других курсов для студентов указанных специальностей. УМКД включает учебное пособие, программу дисциплины, вопросы для самоконтроля, методические указания, экзаменационные материалы. — в корпоративной сети УрФУ .— <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11038>.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.
- <http://study.urfu.ru> – портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
- <http://lib.urfu.ru> - Зональная научная библиотека ФГАОУ ВО УрФУ
- <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2320> - Списки рекомендованной литературы от ЗНБ
- <http://biblioclub.ru> - портал-библиотека электронных книг
- <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=81> - заказ литературы из электронного каталога
- <http://ustu.antiplagiat.ru/index.aspx> - Пакет «Антиплагиат.ВУЗ»

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дискретная оптимизация

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Свободное ПО: Mozilla Firefox
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Mozilla Firefox, компиляторы, среды разработки для следующих языков программирования: C++, C#, Java, Python</p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Mozilla Firefox, компиляторы, среды разработки для следующих языков программирования: C++, C#, Java, Python</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Mozilla Firefox, компиляторы, среды разработки для следующих языков программирования: C++, C#, Java, Python</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Свободное ПО: Mozilla Firefox, компиляторы, среды разработки для следующих языков программирования: C++, C#, Java, Python
--	--	--	---