



Факультет	Математики, физики и информатики	
Кафедра	Информатики и информационных технологий	
Направление подготовки	44.03.01 Педагогическое образование	
Направленность (профиль)	Информатика	
	Оптимизация в управлении	Б1.В.ДВ.05.02

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого»
ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н.Толстого»

УТВЕРЖДЕНА

на заседании Ученого совета университета
протокол № 8 от «31» августа 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Оптимизация в управлении»

Трудоемкость: 3 зачетные единицы

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2017

Заведующий кафедрой алгебры, математического анализа и геометрии

 Добровольский Н.М.

Декан факультета МФиИ  Реброва И.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2	Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата	3
3	Объем дисциплины и виды учебной работы	3
4	Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	4
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	5
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	5
6.1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	5
6.2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
6.3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	7
6.4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	16
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
7.1	Основная литература	17
7.2	Дополнительная литература	17
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины	17
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	18
11	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19
12	Аннотация рабочей программы дисциплины	19
13	Лист регистрации изменений к рабочей программе дисциплины	20

1 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижение планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Планируемые результаты освоения образовательной программы (код и название компетенции)	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
готовность реализовать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1)	<p>Знает: Теоретические основы математического моделирования управленческих задач</p> <p>Умеет: Строить и исследовать оптимизационные модели</p> <p>Владеет и (или) имеет опыт деятельности: Методами решения оптимизационных задач</p>	В соответствии с учебным планом
владение теоретическими знаниями и прикладными умениями и навыками применения информационных технологий при использовании возможностей образовательной среды (ДПК-3)	<p>Знает: Основные алгоритмы решения оптимизационных задач</p> <p>Умеет: Использовать стандартное программное обеспечение для решения оптимизационных задач</p> <p>Владеет и (или) имеет опыт деятельности: Навыками использования прикладных программ учебного назначения, необходимыми для решения оптимизационных задач</p>	В соответствии с учебным планом

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Оптимизация в управлении» относится к вариативной части образовательной программы. Изучение данной дисциплины осуществляется на 3 курсе.

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем часов/ зачетных единиц по формам обучения	
	очная	заочная
Максимальная учебная нагрузка (всего)	.	108/3 з.в
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)		10
в том числе:		
лекции с применением мультимедийных технологий и раздаточным материалом для студентов		4
практические занятия по использованию современных информационных технологий и справочно-правовых систем		6
Самостоятельная работа студента (всего)		94
в том числе:		

внеаудиторная самостоятельная работа при подготовке к семинарским и практическим занятиям		44
подготовка учебного проекта		12
подготовка к контрольной работе		12
Выполнение заданий для самостоятельной работы в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle		26
<i>Промежуточная аттестация в форме: зачета</i>		4

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование тем (разделов).	Количество академических или астрономических часов по видам учебных занятий			
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Другие виды учебных занятий	Самостоятельная работа обучающихся
Тема 1. Задача линейного программирования	1	2		24
Тема 2. Модели дискретных задач программирования	1	1		20
Тема 3. Нелинейные модели программирования	1	2		20
Тема 4. Модели специального назначения	1	1		30
Контроль (зачет)			4	
ИТОГО	4	6	4	94

Тема 1. Задача линейного программирования

Понятие о математическом моделировании.

Постановка задачи линейного программирования. Построение области ограничений и нахождение оптимального решения с помощью градиента. Пошаговый симплекс-метод решения задач линейного программирования. Теория двойственности.

Тема 2. Модели дискретных задач программирования

Постановка транспортной задачи. Первоначальное распределение поставок. Решение транспортной задачи с помощью теории двойственности.

Модели целочисленного программирования. Теоретические основы метода ветвей и границ

Тема 3. Нелинейные модели программирования

Область ограничений и линии уровня. Стандартные методы решения задач нелинейного программирования. Использование множителей Лагранжа.

Тема 4. Модели специального назначения

Первоначальные понятия теории игр. Антагонистические игры двух участников. Упрощение игр. Решение игр в чистых стратегиях. Сведение к задаче линейного программирования.

Общая постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Распределительная задача.

Понятие систем массового обслуживания. Граф состояний. Составление и решение систем Колмогорова для предельных состояний.

Понятие о сетевом планировании. Построение сетевого графика комплекса

5 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методическая система, используемая авторами данной рабочей программы, базируется на оптимальном сочетании активных форм и методов организации учебной деятельности студентов (лекция, беседа, анализ, синтез, мозговой штурм и т.п.).
2. В ходе занятий предполагается акцентировать внимание студентов на формировании навыка работы с учебной литературой, указанной в списке данной программы.
3. Особенностью работы со студентами данного направления подготовки является построение алгоритмов решения типовых задач с целью их дальнейшего использования в решении задач формирования профессиональных навыков программиста.
4. Все студенты должны быть активными пользователями системы LMS MOODLE, поскольку там представлены конспекты всех лекций с большим количеством примеров и материалы к практическим занятиям (<http://moodle.tsput.ru/course/view.php?id=6038>).
5. Проводится регулярная проверка и учет выполнения домашних заданий.
6. Разработан рейтинг по дисциплине.

6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлен в таблице пункта 1 рабочей программы.

Этапы формирования компетенций «готовность реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1)», «владение теоретическими знаниями и прикладными умениями и навыками применения информационных технологий при использовании возможностей образовательной среды (ДПК-3)» формируются в соответствии с учебным планом и основной образовательной программой.

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

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	теоретические основы математического моделирования управленческих задач, основные алгоритмы решения оптимизационных задач	Отметка «зачтено» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 100 баллов (с учетом баллов, набранных на промежуточной аттестации (зачете)).
Умения	строить и исследовать оптимизационные модели, использовать стандартное программное обеспечение для решения оптимизационных задач	
Навыки и (или) опыт деятельности	использования прикладных программ учебного назначения, необходимыми для решения оптимизационных задач	Отметка «не зачтено» выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (с учетом баллов, набранных на промежуточ-

ной аттестации (зачете)).

Критерии оценивания компетенций формируются на основе балльно-рейтинговой системы с помощью всего комплекса методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих данный этап формирования компетенций.

Отметка	Требования
«Зачтено»	«Зачтено» выставляется студенту, если он знает основные законы и закономерности, а также определения ключевых понятий дисциплины, выполнял задания в течение курса (или отчитался по ним), отвечает на поставленные вопросы по темам дисциплины, справляется с заданиями, тестами и другими видами применения знаний, при этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
«Не зачтено»	«Не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

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

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Понятие о математическом моделировании.
2. Постановка задачи линейного программирования. Построение области ограничений и нахождение оптимального решения с помощью градиента.
3. Пошаговый симплекс-метод решения задач линейного программирования.
4. Теория двойственности.
5. Постановка транспортной задачи.
6. Первоначальное распределение поставок.
7. Решение транспортной задачи с помощью теории двойственности.
8. Модели целочисленного программирования.
9. Теоретические основы метода ветвей и границ.
10. Область ограничений и линии уровня. Нахождение оптимального решения.
11. Стандартные методы решения задач нелинейного программирования.
12. Использование множителей Лагранжа.
13. Первоначальные понятия теории игр.
14. Антагонистические игры двух участников. Упрощение игр.
15. Решение игр в чистых стратегиях.
16. Сведение к задаче линейного программирования.
17. Общая постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
18. Распределительная задача.
19. Понятие систем массового обслуживания. Граф состояний.
20. Составление и решение систем Колмогорова для предельных состояний.
21. Решение систем Колмогорова для предельных состояний.
22. Понятие о сетевом планировании.
23. Построение сетевого графика комплекса работ.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Задача об оптимальном использовании ограниченных ресурсов. На участок строящейся дороги необходимо вывезти $20\,000\text{ м}^3$ каменных материалов. В районе строительства имеются три карьера с запасами 8000 м^3 , 9000 м^3 и 10000 м^3 . Для погрузки материалов используются экскаваторы, имеющие производительность $250\text{ м}^3/\text{смену}$ в карьерах А, Б и $500\text{ м}^3/\text{смену}$ в карьере В. Эти карьеры обеспечивают каменными материалами также ряд других строящихся объектов. На погрузку материалов для рассматриваемого участка выделен для экскаваторов общий лимит 60 машино/смен с правом использовать его по усмотрению строителей. Транспортные затраты на перевозку материалов характеризуются следующими показателями: на перевозку 1000 м^3 материалов из карьера А требуется 100 машино/смен, из карьера Б – 135 машино/смен, из карьера В – 170 машино/смен.

Требуется составить оптимальный план перевозок, обеспечивающий минимальные транспортные затраты.

2. Предлагается 5 инвестиционных проектов, тщательная экономическая экспертиза которых позволяет получить для каждого из проектов достаточно убедительные экономические оценки ожидаемого эффекта от их реализации $80; 50; 75; 40; 45$ усл. ед. и необходимых капиталовложений $110; 60; 80; 15; 30$ усл. ед. Общий объем возможных инвестиций ограничен величиной 200 усл. ед. Необходимо так распорядиться имеющимися финансовыми ресурсами, чтобы максимизировать суммарный эффект от инвестиций.

3. Задача о рациональном раскрое строительных материалов. Часть заемных оборотных средств предприятия иммобилизована в запасы пиломатериалов: на складе имеется партия бруса, содержащая 300 штук длиной $7,5$ м каждый и партия бруса, содержащая 500 штук длиной 5 м каждый. Из этого материала можно изготовить оконные блоки, в каждый из которых входит две детали по $2,5$ м и три детали длиной 2 м каждая. Как оптимально использовать заемные средства, если предположить, что спрос на оконные рамы неограничен?

4. Решите транспортную задачу, определив минимальную стоимость перевозки грузов

Мощности поставщиков	Мощности потребителей			
	22	34	41	20
31	10	7	6	8
48	5	6	5	4
38	8	7	6	7

5. Перед менеджером стоит задача распределения четырех работников по вакантным должностям по условиям результатов контрольных испытаний. Производительность труда по отдельным видам работ, показанная каждым из работников, приведена в таблице.

Одним из основных условий поставленной задачи является максимизация производительности труда в коллективе при условии, что каждый работник может быть назначен только на одну работу.

Работники	Производительность труда работников по должностям			
	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	9	6	5	8
A_2	4	8	6	2
A_3	6	7	9	4
A_4	2	7	3	1

Чему равен максимум производительности труда?

6.

Для строительства 4 дорог необходим гравий в количестве 130, 220, 60 и 70 единиц, который может быть поставлен из 3 карьеров, запасы которых составляют 120, 280 и 160 единиц соответственно, а тарифы перевозок представлены таблицей. Составить оптимальный план перевозок.

1	7	9	5
4	2	6	8
3	7	1	2

7. Исходная задача: «Найти неотрицательные значения $(x_1$

$;x_2)$ из условий $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 4 \\ x_1 - x_2 \geq -1 \end{cases}$ и минимизации целевой функции $L = 3x_1 + 2x_2$ »

Для данной задачи указать **двойственную задачу**.

Решить исходную и двойственную задачу.

8. Предприятие располагает двумя способами производства данного вида продукции. В течение рассматриваемого периода времени необходимый объем продукции равен $100 = X_1 + X_2$, где X_1 и X_2 – объемы производства по соответствующему технологическому способу. Затраты производства S при каждом способе зависят от объемов нелинейно:

$$S(X_1) = 3 + 2X_1 + X_1^2, \quad S(X_2) = 5 + X_2 + 2X_2^2.$$

Необходимо так распределить объем производства между технологическими способами, чтобы минимизировать общие затраты производства.

9. Найти максимальное значение функции $x_1^2 + x_2^2$ при ограничениях:

$$\frac{1}{2} \leq x_1 + x_2 \leq 1, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

10. Необходимо сформировать оптимальный портфель Марковица (минимального риска) трех ценных бумаг с эффективностями и рисками: (6,10), (10,50), (60,80). Нижняя граница доходности портфеля задана равной 20.

11. Найти оптимальную стратегию 1-го игрока для игры двух участников с нулевой суммой путем сведения ее к задаче линейного программирования, если задана платежная матрица:

$$\begin{pmatrix} 3 & 6 & 8 \\ 9 & 4 & 2 \\ 7 & 5 & 4 \end{pmatrix}$$

12. Найти оптимальную стратегию 2-го игрока для игры двух участников с нулевой суммой путем сведения ее к задаче линейного программирования, если задана платежная матрица:

$$\begin{pmatrix} 3 & -1 & -3 \\ -3 & 3 & -1 \\ -4 & -3 & 3 \end{pmatrix}$$

13. Найти оптимальные стратегии игроков для игры двух участников с нулевой суммой, если задана платежная матрица:

$$\begin{pmatrix} 0.8 & 0.2 & 0.4 \\ 0.4 & 0.5 & 0.6 \\ 0.1 & 0.7 & 0.3 \end{pmatrix}$$

14. Планируется деятельность четырех промышленных предприятий (системы) на очередной год. Начальные средства: $S_0=5$ условных единиц. Размеры вложения в каждое предприятие кратны 1 условной единице. Средства X , выделенные k -му предприятию ($k=1, 2, 3, 4$), приносит в конце года прибыль $f_k(X)$. Функции $f_k(X)$ заданы таблично:

X	$f_1(X)$	$f_2(X)$	$f_3(X)$	$f_4(X)$
1	0,2	1,0	2,1	0
2	0,9	1,1	2,5	2,0

3	1,0	1,3	2,9	2,5
4	1,2	1,4	3,9	3,0
5	2,0	1,8	4,9	4,0

Определить, какое количество средств нужно выделить каждому предприятию, чтобы суммарная прибыль наибольшей.

15. Планируется деятельность трех промышленных предприятий на очередной год. Начальные средства: $S_0=9$ условных единиц. Размеры вложения в каждое предприятие кратны 1 условной единице. Средства X , выделенные k -му предприятию ($k=1, 2, 3$), приносит в конце года прибыль $f_k(X)$. Функции $f_k(X)$ заданы таблично:

X	$f_1(X)$	$f_2(X)$	$f_3(X)$
1	5	7	6
2	9	9	10
3	12	11	13
4	14	13	15
5	15	16	16
6	18	19	18
7	20	21	21
8	24	22	22
9	27	25	25

Определить, какое количество средств нужно выделить каждому предприятию, чтобы суммарная прибыль наибольшей.

16. Найти оптимальное распределение средств между 3 предприятиями при условии, что прибыль $f(x)$, полученная от каждого предприятия, является функцией от вложенных в него средств x .

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f_1(x)$	5	9	12	14	15	18	20	24	27
$f_2(x)$	7	9	11	13	16	19	21	22	25
$f_3(x)$	6	10	13	15	16	18	21	22	25

17. Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с одной группой проведения осмотра. На осмотр каждой машины затрачивается в среднем 0.5 часа. На осмотр поступает в среднем 36 машин в сутки. Определить вероятности состояний и характеристики обслуживания при работе профилактического пункта с отказами.

18.

1. Пользуясь печатным или электронным источником, отыскать задачу (с вполне конкретными данными), приводящую к задаче массового обслуживания (число каналов >1).
2. Составить соответствующий граф состояний.
3. Записать систему дифференциальных уравнений Колмогорова для предельных состояний.
4. Найти решение данной задачи.
5. Правильно оформить полученный ответ, сделать необходимые выводы и проинтерпретировать полученные результаты.

19. Пользуясь печатным или электронным источником, отыскать задачу, приводящую к сети, веса ребер которой определяются их пропускной способностью; при этом число узлов в сети должно быть не меньше восьми, а каждое ребро должно быть нагружено определенным, но не очень большим числом (например, от 1 до 20).

Затем необходимо:

- 1) составить таблицу, описывающую выбранные данные, с указанием начального узла и построить саму сеть,

- 2) пошагово найти кратчайшие маршруты из начального узла во все остальные узлы сети,
- 3) правильно оформить полученный ответ - указать соответствующие маршруты, их протяженность, привести рисунок, на котором все найденные маршруты выделены (например, фломастером), сделать необходимые выводы и проинтерпретировать полученные результаты

20. Пользуясь печатным или электронным источником, отыскать задачу, приводящую к необходимости проведения комплекса работ за возможно более короткое время с не менее чем десятью видами работ разной продолжительности.

Затем необходимо:

- 1) упорядочить работы,
- 2) составить рабочую таблицу, описывающую работы, их последовательность и продолжительность,
- 3) пользуясь созданной таблицей, построить ориентированную сеть,
- 4) найти критический путь в построенной сети и выделить критические работы,
- 5) правильно оформить полученный ответ — указать найденный критический путь (например, выделить фломастером), выписать критические работы, найти общую временную протяженность критического пути, сделать необходимые выводы и проинтерпретировать полученные результаты.

21. Построить конечный связный граф без петель с числом вершин не менее 12, причем так, чтобы все вершины графа были четными и имели степень не ниже 4.

1. Построить пошагово эйлеров цикл (замкнутый путь).
2. Предложить реальную задачу, рассмотрение которой приводит к эйлеровому графу указанного типа.

22. Построить конечный связный граф без петель с числом вершин не менее 11, причем так, чтобы все вершины графа, кроме двух нечетных вершин A и B , были четными и имели степень не ниже 4.

1. Построить пошагово эйлеров путь.
2. Предложить реальную задачу, рассмотрение которой приводит к эйлеровому графу указанного типа.

23. Пользуясь печатным или электронным источником, отыскать задачу, приводящую к сети, веса ребер которой определяются их протяженностью, стоимостью и т. п.; при этом число узлов в сети должно быть не меньше восьми, а каждое ребро должно быть нагружено определенным, но не очень большим числом (например, от 1 до 20).

Затем требуется:

- 1) составить таблицу, описывающую выбранные данные, и нарисовать саму сеть,
- 2) построить пошагово минимальное порождающее дерево и
- 3) правильно оформить полученный ответ - выделить найденный граф, выписать сумму длин его ребер, сделать необходимые выводы и проинтерпретировать полученные результаты.

24. Пользуясь печатным или электронным источником, отыскать задачу, приводящую к сети, веса ребер которой определяются их пропускной способностью; при этом число узлов в сети должно быть не меньше восьми, а каждое ребро должно быть нагружено определенным, но не очень большим числом (например, от 1 до 20).

Затем необходимо:

- 1) составить таблицу, описывающую выбранные данные, с указанием начального (источника) и конечного (стока) узлов и построить саму сеть,
- 2) посредством серии последовательных шагов найти способ переноса максимального потока, допустимого выбранной сетью, из источника к стоку,
- 3) методом разделяющих сечений найти величину максимального потока из начального узла в конечный и убедиться в том, что результаты этих двух пунктов совпадают, правильно оформить полученный ответ - указать соответствующее (минимальное) сечение, его пропускную способность, выделить в сети ребра, обеспечивающие пропуск этого максимального потока через заданную сеть с указанием соответствующей нагрузки каждого из них, сделать необходимые выводы и проинтерпретировать полученные результаты.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

6. Какая из следующих задач не является задачей линейного программирования:

a)
$$\begin{cases} x_1 - x_2 \geq 5 \\ x_1 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$

б)
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 \leq 5 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

в)
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = -3x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

г)
$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$$

7. Дана задача линейного программирования:

Цех выпускает два вида продукции, используя два вида полуфабрикатов. Продукция используется при комплектовании изделий, при этом на каждую единицу продукции первого вида требуется не более двух единиц продукции второго вида. Нормы расхода полуфабрикатов каждого вида на единицу выпускаемой продукции, общие объемы полуфабрикатов и прибыль от единицы каждой продукции предоставлены в таблице.

Полуфабрикаты	Нормы затрат на единицу продукции		Объем полуфабриката
	П1	П2	
1	1	2	800
2	6	2	2400
Прибыль	10	35	

Определить план производства, доставляющий максимум прибыли.

Математическая модель задачи примет вид:

a)
$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 \leq 800 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 2400 \\ 2x_1 \geq x_2 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 10x_1 + 35x_2 \rightarrow \max$$

б)
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 800 \\ 6x_1 + 2x_2 \leq 2400 \\ 2x_1 \leq x_2 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 10x_1 + 35x_2 \rightarrow \min$$

$$6) \begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 800 \\ 6x_1 + 2x_2 \leq 2400 \\ 2x_1 \geq x_2 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 10x_1 + 35x_2 \rightarrow \max$$

$$2) \begin{cases} x_1 + 6x_2 \geq 800 \\ 2x_1 + 2x_2 \geq 2400 \\ 2x_1 \geq x_2 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 10x_1 + 35x_2 \rightarrow \min$$

8. Если прямая задача является задачей на максимум и имеет ограничения со знаком « \leq », то двойственная задача будет являться:

- а) задачей на минимум и иметь ограничения со знаком « \leq »;
- б) задачей на максимум и иметь ограничения со знаком « \geq »;
- в) задачей на минимум и иметь ограничения со знаком « \geq »;
- г) задачей на максимум и иметь ограничения со знаком « \leq ».

9. Двойственной к задаче линейного программирования

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 - 2x_3 \leq 9 \\ -x_1 - 6x_2 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + x_2 - x_3 \leq 4 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 2x_1 - x_2 + 7x_3 \rightarrow \max$$

является задача:

$$a) \begin{cases} 5x_1 + x_2 - 2x_3 \geq 9 \\ -x_1 - 6x_2 + x_3 \geq 5 \\ 3x_1 + x_2 - x_3 \geq 4 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 2x_1 - x_2 + 7x_3 \rightarrow \min$$

$$6) \begin{cases} 5y_1 - y_2 + 3y_3 \leq 2 \\ y_1 - 6y_2 + y_3 \leq -1 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 \leq 7 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 9y_1 + 5y_2 + 4y_3 \rightarrow \max$$

в)

$$\begin{cases} 5y_1 - y_2 + 3y_3 \leq 9 \\ y_1 - 6y_2 + y_3 \leq 5 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 \leq 4 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 2y_1 - y_2 + 7y_3 \rightarrow \max$$

г)

$$\begin{cases} 5y_1 - y_2 + 3y_3 \geq 2 \\ y_1 - 6y_2 + y_3 \geq -1 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 \geq 7 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 9y_1 + 5y_2 + 4y_3 \rightarrow \min$$

10. Если одна из взаимно двойственных задач имеет оптимальное решение, то другая задача:

- а) имеет решение, причем линейная функция этой задачи не ограничена;
- б) имеет решение, причем оптимальные значения линейных функций задач равны;
- в) не имеет решения, так как условия задачи противоречивы.

11. Укажите неверное утверждение: 1) если обе сопряженные задачи имеют хотя бы по одному допустимому решению, то они имеют и оптимальное решение; 2) если в сопряженных задачах имеются допустимые решения, при которых целевые функции совпадают, то решение оптимальное; 3) если прямая задача на максимум, то ее допустимое решение не больше допустимого решения сопряженной.

- а) 1 б) 2 в) 3 г) все верные.

12.

Транспортная задача линейного программирования с вектором запасов

$$a = (a_1, \dots, a_m)$$

и вектором запросов

$$b = (b_1, \dots, b_n)$$

называется сбалансированной, если:

а) $a_1 + \dots + a_m < b_1 + \dots + b_n$ б) $a_1 + \dots + a_m > b_1 + \dots + b_n$

в) $a_1 + \dots + a_m = b_1 + \dots + b_n$ г) $a_1 + \dots + a_m \leq b_1 + \dots + b_n$

13. Пусть имеется транспортная задача с вектором запасов

$$a = (a_1, \dots, a_m)$$

и вектором запросов

$$b = (b_1, \dots, b_n),$$

тогда число заполненных клеток в транспортной таблице, содержащей оптимальное решение равно:

- а) $m+n$;
- б) $m+n-1$;
- в) $m+n+1$;
- г) $m-n$.

14. Решая транспортную задачу методом потенциалов, сдвиг по циклу производим на величину

равную:

- а) максимальному значению по всем клеткам со знаком «-».
- б) минимальному значению по всем клеткам со знаком «+».
- в) максимальному значению по всем клеткам со знаком «+».
- г) минимальному значению по всем клеткам со знаком «-».

15. Динамическое программирование – это:

- а) метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения разбит на этапы;
- б) система методов планирования и управления путем применения сетевых графиков;
- в) метод оптимизации, приспособленный к решению задач, в которых либо целевая функция, либо ограничения, либо и то и другое нелинейные.

16. Принцип оптимальности Беллмана состоит в следующем:

- а) надо выбирать управление на каждом шаге независимо от последствий на еще предстоящих шагах;
- б) надо выбирать управление на каждом шаге с учетом всех его возможных последствий на уже прошедших шагах;
- в) надо выбирать управление на каждом шаге с учетом всех его возможных последствий на еще предстоящих шагах.

17. Любую многошаговую задачу можно решать:

- а) ища сразу все элементы решения на всех шагах;
- б) строя оптимальное управление шаг за шагом, на каждом этапе расчета, оптимизируя только один шаг;
- в) строя оптимальное управление шаг за шагом, на каждом этапе расчета, оптимизируя все шаги;
- г) а и б;
- д) а и в.

18. Какая из таблиц содержит опорное допустимое решение, построенное с помощью метода северо-западного угла:

а)

3	2	1	=20
20			
3	5	6	
	10		
7	9	12	=50
	20	30	

|| || ||
 20 30 30

б)

3	2	1	=20
		20	
3	5	6	=10
10			
7	9	12	=50
10	30	10	

\parallel \parallel \parallel
 20 30 30

в)

3	2	1	=20
		20	
3	5	6	=10
		10	
7	9	12	=50
20	30		

\parallel \parallel \parallel
 20 30 30

19. Пусть имеется транспортная задача линейного программирования с вектором запасов

$$a = (a_1, \dots, a_m)$$

и вектором запросов

$$b = (b_1, \dots, b_n),$$

у которой $\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$. Тогда для решения транспортной задачи вводят:

а) фиктивного поставщика с запасом $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$;

б) фиктивного потребителя с запросом $\sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$;

в) фиктивного поставщика с запасом $\sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$;

г) фиктивного потребителя с запросом $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$

20. Рассматривается задача о рюкзаке:

Имеется некоторый вид транспорта грузоподъемностью Q у.е. и некоторые товары T_1, \dots, T_m с весами q_1, \dots, q_m и стоимостями c_1, \dots, c_m соответственно. Количество товаров каждого вида не ограничено. Необходимо таким образом загрузить данный вид транспорта, чтобы общая стоимость оказавшихся в нем товаров оказалась наибольшей.

Если обозначить через $w_i(S)$ условный оптимальный выигрыш, а через u_i – условное оптимальное управление на i -ом шаге, то оптимизацию следует производить на основе рекуррентных соотношений ...

а) $w_m(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_m \leq S} \{c_m u_i\}$, $w_i(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_i \leq S} \{c_i u_i + w_{i+1}(S - u_i q_i)\}$ для всех $i = 1, \dots, m-1$.

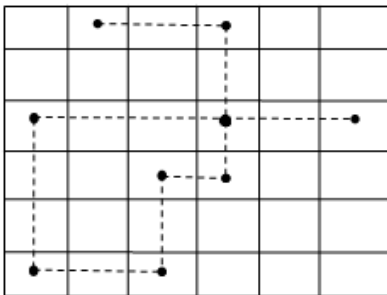
б) $w_m(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_m \leq S} \{q_m u_i\}$, $w_i(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_i \leq S} \{q_i u_i + w_{i+1}(S - u_i c_i)\}$ для всех $i = 1, \dots, m-1$.

в) $w_m(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_m \leq S} \{c_m u_i\}$, $w_i(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_i \leq S} \{c_i u_i \cdot w_{i+1}(S - u_i q_i)\}$ для всех $i = 1, \dots, m-1$.

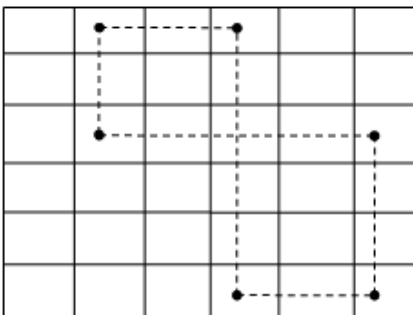
г) $w_m(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_m \leq S} \{q_m u_i\}$, $w_i(S) = \max_{u_i \in N_0: u_i q_i \leq S} \{q_i u_i \cdot w_{i+1}(S - u_i c_i)\}$ для всех $i = 1, \dots, m-1$.

21. Выберите рисунок, на котором изображен минимальный цикл:

а)



б)



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

Итоговая рейтинговая оценка по дисциплине «Оптимизация в управлении» складывается из следующих составляющих:

1) За каждый укрупненный блок тем студент может максимально получить количество баллов, указанное в следующей таблице, которые включают в себя: выполнение заданий для самостоятельной работы - до 2 баллов; устный ответ и (или) выполнение проверочной работы - до 3 баллов.

Тема и вид работы	Учебная работа					Контрольная работа	Инд. задание	Зачет		Итого
	Линейное программирование	Дискретное программирование	Нелинейное программирование	Специальные модели	Многокритериальная оптимизация			Задачи	Опрос	
Макс балл	10	10	5	10	5	10	20	20	10	100

2) Обязательной формой текущей аттестации знаний является срезовая контрольная работа. Максимальная оценка на срезовой контрольной работе может составить 10 баллов. Индивидуальные задания оцениваются в 20 баллов.

3) На зачете ответ студента может быть максимально оценен в 30 баллов. Из них 20 баллов могут быть получены за две задачи и 10 баллов за опрос. Одна из задач решается в Excel, другая – в письменной форме. Аналогами являются задачи из индивидуальных заданий и контрольной работы.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Добрынина, И.В. Оптимизация в управлении [Текст]: учебно-методический комплекс / И.В. Добрынина ; рец.: Е. В. Манохин, О. Б. Микуляк. - Тула : Изд-во ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2013. - 120 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Гладких Б. А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики: учебное пособие, Ч. 2. Нелинейное и динамическое программирование. Издательство "НТЛ" 2011. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=200917
2. Крутиков В. Н. Методы оптимизации: учебное пособие. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011 http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232682&sr=1

8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Math.ru [Электронный ресурс] : портал математического образования / Отделение математических наук Российской Академии Наук ; Московский центр непрерывного математического образования. - М : [б. и.], 2011. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: <http://www.math.ru>
2. Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН ; Российская академия наук, Отделение математических наук. - М : [б. и.], 2015. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: <http://www.mathnet.ru>

3. МЦНМО [Электронный ресурс] : свободно распространяемые издания / Департамент образования г. Москвы, Математический институт имени В.А. Стеклова, МГУ имени М.В. Ломоносова, отделение математики РАН. - М : [б. и.], 2015. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: <http://www.mccme.ru/free-books>
4. Exponenta.ru [Электронный ресурс] : образовательный математический сайт / АХОФТ. - М : [б. и.], 2015. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL: <http://exponenta.ru/>

9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Оптимизация в управлении» направлена на формирование у студентов готовности к успешному изучению других прикладных математических дисциплин. Для этого даются начальные представления о таких понятиях, как математическое моделирование, являющееся инструментом для получения прикладных математических знаний; оптимизационные модели, многокритериальная оптимизация. Студенты знакомятся с различными методами математического программирования, видами оптимизационных моделей, используемых в различных прикладных математических дисциплинах. В результате изучения дисциплины должно быть сформировано представление о моделях, широко используемых в математике и приложениях.

Для успешного освоения дисциплины следует использовать пособие, в котором дается необходимая теория, приводятся методы решения типовых задач, задачи для контрольных работ, индивидуальные задания. Этот материал выложен также в системе MOODLE (<http://moodle.tsput.ru/course/view.php?id=6038>). Для более глубокого изучения материала используется другая литература из приведенного списка.

10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии, охватывающие ресурсы (компьютеры, программное обеспечение и сети), необходимые для управления информацией (создание, хранение, управление, передача и поиск информации):

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (ноутбук, проектор, экран, USB-накопители и т.п.);
- коммуникационные средства (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты, личного кабинета студента и преподавателя, видеотрансляций);
- организационно-методическое обеспечение (электронные учебные и учебно-методические материалы, компьютерное тестирование, использование электронных мультимедийных презентаций при проведении лекционных и практических занятий); - программное обеспечение (Microsoft Office (Excel, Power Point, Word и т.д.), Skype, поисковые системы, электронная почта и т.п.);
- среда электронного обучения ТГПУ им. Л.Н. Толстого <http://moodle.tsput.ru>.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине информационно-коммуникационные технологии используются для подготовки отчетов к практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы.

При организации самостоятельной работы современные информационные и коммуникационные технологии используются для обращения к электронным образовательным ресурсам.

Изучение и анализ информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Интернет осуществляются по следующим направлениям:

- составление библиографии;
- анализ и рецензирование публикации (в том числе электронных) источников по своей предметной области;
- составление аннотированного списка научно-исследовательской литературы;
- конспектирование и реферирование первоисточников и научно-исследовательской литературы по тематическим блокам дисциплины.

Дисциплина обеспечена комплектом лицензионного программного обеспечения:

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.

2. Программное обеспечение Microsoft Office XP Professional Win32 Russian– Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.

3. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.

4. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г.

5. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.

6. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.

7. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 1894-150512-101810 от 12-05-2015 г.

У обучающихся имеется доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых ежегодно обновляется:

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.

2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>.

3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.

4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании»

<http://www.ict.edu.ru>

11 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Реализация дисциплины осуществляется на соответствующей материально-технической базе. Так, обучение по дисциплине проходит в специальных помещениях для проведения занятия лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также в помещениях для самостоятельной работы. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Учебные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа оборудованы мультимедийным демонстрационным оборудованием, для демонстрации учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТГПУ им.Л.Н.Толстого, внутривузовское сетевое окружение.

12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у студента должны быть сформированы следующие компетенции: готовность реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1);

владение теоретическими знаниями и прикладными умения и навыками применения информационных технологий при использовании возможностей образовательной среды (ДПК-3)

В результате освоения дисциплины (модуля) студент должен приобрести:

знания: теоретические основы математического моделирования управленческих задач, основные алгоритмы решения оптимизационных задач;

умения: строить и исследовать оптимизационные модели, использовать стандартное программное обеспечение для решения оптимизационных задач;

навыки: использование прикладных программ учебного назначения, необходимых для решения оптимизационных задач.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптимизация в управлении» относится к вариативной части образовательной программы. Изучение данной дисциплины осуществляется на 3 курсе.

3. Объем дисциплины 3 зачетные единицы.

4. Образовательный процесс осуществляется на русском языке.

5. Разработчик: Добрынина И.В. – д.ф. - м.н., профессор кафедры АМАиГ.

13 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**2017-2018 учебный год****Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.**

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
3. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
4. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
5. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
6. Программа для распознавания текста АБВУУ FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, АБВУУ FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Электронный словарь АБВУУ Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, АБВУУ Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
8. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

Обновлен состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.
6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.
7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Разработчик:

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность
Добрынина Ирина Васильевна	д. ф.-м.н.	доцент	профессор