

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

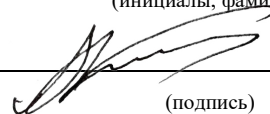
Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Ключарев

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладные модели оптимизации»

(Наименование дисциплины)

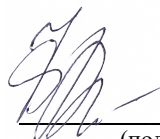
Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности	Проектирование программных систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2022

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

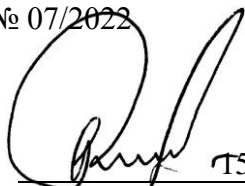
М. В. Фатгахова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43

«15» июня 2022 г, протокол № 07/2022

Заведующий кафедрой № 43

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)



15.06.2022

(подпись, дата)

М.Ю. Охтилев
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.04(02)

Старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)



15.06.2022

(подпись, дата)

А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)



15.06.2022

(подпись, дата)

А.А. Ключарев
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Прикладные модели оптимизации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.04 «Программная инженерия» направленности «Проектирование программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-1 «Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с наиболее часто применяемыми количественными инструментами. Курс основан на оптимизации, моделировании и анализе процесса принятия решений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является математическое моделирование и анализ построенных моделей в задачах принятия решений. Основной акцент делается на наиболее часто встречающиеся на практике оптимизационные модели. Одной из главных задач курса является привитие студентам практических навыков построения и применения математических моделей в оптимизационных задачах.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.В.1 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом действующих правовых норм УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения	ПК-1.3.1 знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения ПК-1.У.1 умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Прикладная теория вероятностей и статистика»,
- «Вычислительная математика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Обработка экспериментальных данных»,

– «Экономическое обоснование программных проектов».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/108	3/108
Из них часов практической подготовки	16	16
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение	1		-		-
Раздел 2. Модели линейного программирования	8		4		30
Раздел 3. Сетевые модели	7		4		18
Раздел 4. Модели нелинейного (выпуклого) программирования	6		-		15
Раздел 5. Модели многокритериальной оптимизации.	6		5		5
Раздел 6. Принятие решений в условиях неопределённости и риска.	6		4		5
Семестр 6					
Выполнение курсовой работы				17	2
Итого в семестре:	34		17	17	76
Итого	34	0	17	17	76

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Понятие предмета исследований. Историческое предисловие. Научный метод. Системный подход. Моделирование и его этапы. Основные этапы количественного моделирования. Классификация моделей.
2	Введение в линейное программирование. Основные области применения. Основные проблемные ситуации. Модель линейного программирования. Правила построения моделей. Математические предположения и ограничения. Графический метод решения. Нахождение оптимального решения. Особые случаи. Анализ на чувствительность оптимального решения с использованием графического метода. Двойственность в линейном программировании. Теоремы двойственности и равновесия.
3	Специальные классы моделей линейного целочисленного программирования. Транспортная задача. Эвристические методы решения транспортной модели. Распределительная задача. Математическая формулировка распределительной задачи. Задача о назначениях. Задача о коммивояжере.
4	Постановка задачи нелинейного программирования. Необходимые условия оптимальности в нелинейной задаче без ограничений, с ограничениями типа равенств и неравенств. Достаточность условий оптимальности. Особенности выпуклого программирования.
5	Оптимальность по Парето. Эффективное множество. Целевое программирование. Графический метод решения задачи целевого программирования. Многокритериальное линейное программирование.
6	Элементы теории принятия решений. Модель принятия решения в условиях риска. Дерево решений. Модель принятия решения в условиях неопределённости. Критерии Гурвица, Лапласа и Сэвиджа.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Решение задачи линейного программирования	4	4	2
2	Решение транспортной задачи	4	4	3
3	Решение задачи многокритериальной оптимизации	5	4	5
4	Использование дерева решений в оптимизационных задачах	4	4	6
Всего		17	16	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	22	20	2
Курсовое проектирование (КП, КР)	17		17
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	15	15	
Домашнее задание (ДЗ)	10	10	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12	
Всего:	76	57	19

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 М 54	Методы оптимизации: методические указания / С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. В. Ю. Гамов. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 39 с. : рис., табл. -	81

	Библиогр.: с. 20 (13 назв.). - Б. ц.	
004.4 А 69	Анодина-Андриевская, Е. М. Основы математического моделирования технических систем [Текст] : учебное пособие / Е. М. Анодина-Андриевская ; С.- Петербур. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 47 с. - Библиогр.: с. 46 (16 назв.). - ISBN 978-5-8088- 1057-0	49

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	MS Office

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Теоретические вопросы	
1	Понятие научного метода. Понятие математической модели.	УК-2.В.2
2	Понятие задачи линейного программирования (ЗЛП).	ПК-1.3.1
3	Области применения линейного программирования.	ПК-1.У.1
4	Математическая постановка ЗЛП.	УК-2.В.1
5	Допустимое решение ЗЛП. Оптимальное решение ЗЛП. Значение ЗЛП.	УК-2.В.2
6	Количество решений в ЗЛП (случаи неограниченного множества решений, пустого множества и случай альтернативных решений).	ПК-1.3.1
7	Постоптимальный анализ (понятие активного ограничения, дефицитного ресурса, теневой цены).	ПК-1.У.1
8	Понятие прямой и двойственной задач линейного программирования.	УК-2.В.1
9	Теоремы двойственности и равновесия в линейном программировании.	УК-2.В.2
10	Понятие транспортной задачи (ТЗ). Сетевая постановка ТЗ.	ПК-1.3.1
11	Условие сбалансированности ТЗ. Теорема о разрешимости ТЗ.	ПК-1.У.1
12	Случаи несбалансированной ТЗ, методы балансировки.	УК-2.В.1
13	Эвристические методы решения ТЗ.	УК-2.В.2
14	Задача о назначениях как частный случай ТЗ. Математическая постановка.	ПК-1.3.1
15	Задача нелинейного программирования (ЗНЛП). Различные виды ЗНЛП и их математические постановки.	ПК-1.У.1
16	Необходимые условия оптимальности в задаче безусловной оптимизации и их достаточность.	УК-2.В.1
17	Необходимые условия оптимальности в задаче условной оптимизации и их достаточность. Функция Лагранжа.	УК-2.В.2
18	Необходимые условия оптимальности в стандартной задаче нелинейного программирования (условия Куна – Таккера) и их достаточность.	ПК-1.3.1
19	Математическая постановка задачи многокритериальной оптимизации (ЗМКО). Проблема оптимальности.	ПК-1.У.1
20	Понятие оптимальности по Парето. Достоинства, недостатки и общие свойства решений, оптимальных по Парето.	УК-2.В.1
21	Понятие арбитражной схемы. Метод главного критерия. Арбитражная схема Нэша.	УК-2.В.2
22	Основная идея метода целевого программирования.	ПК-1.3.1
23	Задача принятия решений в условиях риска – математическая постановка, основные понятия, особенности решения.	ПК-1.У.1
24	Задача принятия решений в условиях неопределенности – математическая постановка, основные понятия, особенности решения.	УК-2.В.1
25	Критерии принятия решений в условиях	УК-2.В.2

	неопределенности (критерий Вальда, «здорового оптимиста», Гурвица, Лапласа, Сэвиджа).	
	Практические задания (задачи)	
1	Построение математической модели в задаче линейного программирования.	ПК-1.У.1
2	Решение ЗЛП графическим методом.	ПК-1.У.1
3	Составление двойственной задачи ЛП к заданной прямой ЗЛП.	УК-2.В.1
4	Проверка сбалансированности ТЗ и ее балансировка в случаях различных осложнений.	УК-2.В.2
5	Нахождение допустимого решения ТЗ эвристическими методами.	
6	Проверка достаточности необходимых условий в различных видах ЗНЛП.	ПК-1.У.1
7	Графическое нахождение множества оптимальных по Парето решений.	ПК-1.У.1
8	Применение метода целевого программирования в задачах многокритериальной линейной оптимизации.	УК-2.В.1
9	Применение различных критериев в задаче принятия решений в условиях неопределенности.	УК-2.В.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы научить студентов анализировать проблемы принятия решений с использованием математических моделей (формулировать и формализовывать определенные классы задач), а также привить практические навыки применения математических и количественных методов в задачах принятия решений.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала по дисциплине «Прикладные модели оптимизации» состоит в освоении наиболее часто применяемых количественных инструментов, основанных на оптимизации, моделировании и анализе процессов принятия решений. Изложение курса основано на систематическом изучении определенных классов оптимизационных задач и решении многочисленных примеров из различных областей человеческой деятельности. Курс лекций раскрывает понятийный аппарат теории принятия решений, основанной на оптимизации, а также дает цельное представление о дисциплине «Прикладные модели оптимизации» и показывает ее взаимосвязь с другими дисциплинами.

Формат лекций по данному курсу предполагает активную работу студентов во время изложения лекционного материала. Для достижения максимального эффекта необходимо подготовиться к лекциям, заранее ознакомившись с материалом и подготовив вопросы. Для этого можно использовать литературу, приведенную в списке основной литературы по курсу. Для закрепления лекционного материала по окончании лекции необходимо перечитать конспект и прорешать заново задачи, разобранные лектором во время занятий.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

– В процессе изучения дисциплины «Прикладные модели оптимизации» обучающиеся знакомятся с наиболее распространенными на практике классами оптимизационных моделей в задачах принятия решений. В ходе выполнения лабораторных работ в результате анализа проблемы каждого класса студенты создают количественную компьютерную модель в среде MS Excel, помогающую процессу принятия решений. Лабораторные работы призваны углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой поиска оптимального решения с использованием математических методов.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задания и требования к проведению лабораторных работ размещены на сервере кафедры ([\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43](#)) и в личном кабинете преподавателя.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Структура и форма отчетов о лабораторных работах размещены на сервере кафедры ([\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43](#)) и в личном кабинете преподавателя.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

С требованиями к оформлению отчетов о лабораторных работах можно ознакомиться на сервере кафедры ([\\dcbm\Методическое обеспечение кафедры 43](#)) и в личном кабинете преподавателя.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

Для студентов очной формы обучения самостоятельной работе отводится небольшая часть времени. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала, а также выполнение домашних обязательных и дополнительных заданий. Обучающийся должен разобраться в теоретическом материале, вынесенном на самостоятельное изучение, используя литературу, представленную в основном и дополнительном списках. Разделы, выносимые на самостоятельное изучение, объявляются преподавателем во время лекционных занятий.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости студентов является постоянным, осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы преимущественно посредством реализации балльной системы: каждое задание преподавателя, выданное для самостоятельной работы, а также все лабораторные работы оцениваются определённым количеством баллов, которое уменьшается с течением времени для обучающихся, выполнивших задание после установленного преподавателем срока.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя экзамен. Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой