

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

ФИО: Крюков Вадим Николаевич

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 22.06.2026 16:14:24

Уникальный программный ключ: «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД и МП
_____ В.Н. Крюков

Планирование и обработка результатов экспериментальных исследований

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Металлургии, машин и оборудования		
Учебный план	2.5.21_МАТПа-2026.plx Научная специальность: Машины, агрегаты и технологические процессы аспирантура		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	72	Вид контроля: экзамен	
в том числе:			
аудиторные занятия	24		
самостоятельная работа	21		
часов на контроль	27		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 курс		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя				
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	12	12	12	12
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	21	21	21	21
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	72	72	72	72

Рецензент(ы):

разработана в соответствии с ФГТ:

Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

Научная специальность: Машины, агрегаты и технологические процессы

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии, машин и оборудования

Протокол от 10.06.2026 г. № 11

Срок действия программы: 2026-2030 уч.г.

И.О. Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Е.В. Лаговская

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

_____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

_____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

_____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

_____ 2030 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры
Металлургии, машин и оборудования

Протокол от _____ 2030 г. № ____
Зав. кафедрой

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	формирование у аспирантов теоретических знаний и практических навыков в области планирования экспериментальных исследований, статистической обработки экспериментальных данных и адекватной интерпретации полученных результатов для решения научных и инженерных задач в области машин, агрегатов и технологических процессов.
1.2	Задачи дисциплины:
	– изучение основных понятий, этапов и методологии планирования эксперимента (постановка цели, выбор факторов, определение уровней варьирования, рандомизация, репликация) в контексте металлургического и машиностроительного эксперимента;
	– освоение современных методов статистической обработки экспериментальных данных, включая: первичная статистическая обработка (оценки параметров распределения), проверка статистических гипотез, регрессионный и дисперсионный анализ;
	– приобретение навыков построения и анализа математических моделей технологических процессов и оборудования по экспериментальным данным с использованием метода наименьших квадратов и
	– формирование умений проверять адекватность полученных математических моделей и проводить оптимизацию параметров технологических процессов и машин по критерию «отклик – параметр
	– изучение планирования эксперимента при поиске оптимальных условий (крутое восхождение по поверхности отклика, симплекс-планирование).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	2.1.4
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
3.3	Владеть:

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1.						
1.1	Введение. Основные понятия и этапы планирования эксперимента /Лек/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.2	Введение. Основные понятия и этапы планирования эксперимента /Ср/	3	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.3	Выбор параметров оптимизации, факторов, определение уровней варьирования /Лек/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.4	Выбор параметров оптимизации, факторов, определение уровней варьирования /Пр/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
	Выбор параметров оптимизации, факторов, определение уровней варьирования /Ср/	3	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		

1.5	Математическая статистика в обработке экспериментальных данных. Оценка параметров распределения. Проверка статистических гипотез /Лек/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.6	Математическая статистика в обработке экспериментальных данных. Оценка параметров распределения. Проверка статистических гипотез /Пр/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.7	Математическая статистика в обработке экспериментальных данных. Оценка параметров распределения. Проверка статистических гипотез /Ср/	3	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.8	Корреляционный и регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов /Лек/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.9	Корреляционный и регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов /Пр/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.10	Корреляционный и регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов	3	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.11	Планирование однофакторного и многофакторного эксперимента. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2 ⁿ /Лек/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.12	Планирование однофакторного и многофакторного эксперимента. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2 ⁿ /Пр/	3	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.13	Планирование однофакторного и многофакторного эксперимента. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2 ⁿ /Ср/	3	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.14	Построение регрессионных моделей, оценка значимости коэффициентов и адекватности модели. Оптимизация по поверхности отклика. Применение методов планирования эксперимента в металлургии /Лек/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.15	Построение регрессионных моделей, оценка значимости коэффициентов и адекватности модели. Оптимизация по поверхности отклика. Применение методов планирования эксперимента в металлургии /Пр/	3	2		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		
1.16	Построение регрессионных моделей, оценка значимости коэффициентов и адекватности модели. Оптимизация по поверхности отклика. Применение методов планирования эксперимента в металлургии /Ср/	3	5		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Что такое планирование эксперимента и какова его основная цель?
2. Перечислите основные этапы планирования и проведения экспериментального исследования.
3. Дайте определение: параметр оптимизации (отклик), фактор, уровень фактора, интервал варьирования.
4. Какие требования предъявляются к параметру оптимизации?
5. В чём состоит принцип кодирования и нормирования факторов?
6. Назовите основные виды эксперимента: поисковый, оптимизационный, подтверждающий.
7. Какие задачи решает предварительное априорное ранжирование факторов с помощью экспертных методов?
8. Что такое репликация опытов и какова её цель?
9. В чём сущность рандомизации опытов при планировании эксперимента?
10. Что такое выборочное среднее и как оно рассчитывается?
11. Что такое выборочная дисперсия и стандартное отклонение?
12. В чём состоит метод наименьших квадратов (МНК)? Какие задачи он решает?
13. Какие допущения лежат в основе классического регрессионного анализа?
14. Как оценивается значимость коэффициентов регрессии? Что такое t-критерий Стьюдента?
15. Что такое коэффициент детерминации и о чём он говорит?
16. Какие критерии используются для проверки адекватности регрессионной модели? (F-критерий Фишера)
17. В чём сущность однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)?
18. Что такое полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^n ? Приведите пример матрицы планирования.
19. Какими свойствами обладает матрица ПФЭ (ортогональность, симметричность, нормировка)?
20. Что такое дробный факторный эксперимент (ДФЭ) и когда его применяют?
21. Что такое смешанные эффекты (confounding) в ДФЭ?
22. Как строятся центральные композиционные планы второго порядка?
23. В чём заключается метод крутого восхождения (Box–Wilson) при оптимизации по поверхности отклика?
24. Как определить значимость влияния отдельного фактора на параметр оптимизации?
25. Приведите примеры применения методов планирования эксперимента в металлургии и машиностроении.

5.2. Темы письменных работ

1. Определение экспериментальной науки. Виды эксперимента: лабораторный, производственный, поисковый, оптимизационный. Основные этапы: постановка задачи, планирование, проведение, обработка результатов, интерпретация и внедрение выводов. Содержательное и формальное планирование. Понятие о теории планирования эксперимента как науки о составлении экономических экспериментальных планов. Применение в технических и технологических исследованиях.
2. Параметр оптимизации (отклик) – реакции (отклика) на воздействие факторов, определяющие поведение системы. Требования к параметру оптимизации. Выбор и классификация факторов (количественные, качественные, управляемые, неуправляемые). Область определения фактора. Выбор основного (нулевого) уровня фактора. Интервал варьирования. Кодирование и нормирование факторов. Рандомизация опытов, репликация, блочная организация эксперимента.
3. Основные понятия теории вероятностей. Виды распределений случайных величин. Оценки параметров распределения (среднее, дисперсия, стандартное отклонение). Точечные и интервальные оценки. Проверка статистических гипотез. Виды ошибок (первого и второго рода). Критерии согласия: χ^2 Пирсона, критерий Колмогорова–Смирнова, критерий Шапиро–Уилка. Применение критериев для проверки нормальности распределения экспериментальных данных.
4. Корреляционный анализ: парная и множественная корреляция. Коэффициент корреляции Пирсона. Коэффициент детерминации. Регрессионный анализ: постановка задачи регрессии. Линейная регрессионная модель. Метод наименьших квадратов для однократных и повторных наблюдений. Оценка точности коэффициентов регрессии. Доверительные интервалы коэффициентов. Нелинейная регрессия: линеаризация и нелинейный МНК.
5. Однофакторный эксперимент: дисперсионный анализ, критерий Фишера. Многофакторный эксперимент. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^n (план с полным перебором комбинаций факторов). Матрица планирования, свойства ПФЭ: ортогональность, симметричность, нормировка. Определение независимых оценок коэффициентов регрессии. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Реплики, генерирующие соотношения и смешанные эффекты (разрешающая способность плана). Центральные композиционные планы второго порядка.
6. Формирование математической модели в виде полинома (обычно первой или второй степени). Оценка значимости коэффициентов регрессии (t-критерий Стьюдента). Проверка адекватности модели (F-критерий Фишера). Исключение незначимых коэффициентов. Интерпретация математической модели: анализ влияния факторов. Кодированные и натуральные значения. Физический смысл коэффициентов при парных взаимодействиях. Оптимизация технологических процессов. Движение по поверхности отклика: метод крутого восхождения по градиенту, симплекс-планирование.

5.3. Фонд оценочных средств

Задание 1.1. Установите соответствие между названием метода/критерия и его определением.

Метод / Критерий	Определение
1. Полный факторный эксперимент (ПФЭ)	А. Позволяет сократить число опытов за счёт использования регрессии
2. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ)	Б. Устанавливает соответствие математической модели экспериментальных данных
3. Критерий Фишера (F-критерий)	В. Эксперимент, в котором реализуются все возможные комбинации факторов
4. Рандомизация	Г. Случайный порядок проведения опытов для устранения систематической ошибки

Задание 1.2. Установите соответствие между названием критерия проверки гипотез и его назначением.

Критерий	Назначение
1. Критерий Стьюдента (t-критерий)	А. Проверка адекватности (соответствия) математической модели экспериментальных данных
2. Критерий Фишера (F-критерий)	Б. Проверка наличия линейной связи между двумя переменными
3. Критерий χ^2 Пирсона	В. Проверка гипотезы о равенстве средних двух выборок (оценка значимости регрессии)
4. Коэффициент корреляции Пирсона	Г. Проверка гипотезы о законе распределения случайной величины (согласно заданному закону)

Задание 1.3. Установите соответствие между понятием и его сущностью.

Понятие	Сущность
1. Фактор	А. Переменная величина, которая может принимать определённые значения
2. Уровень фактора	Б. Числовая характеристика положения центра распределения
3. Среднее арифметическое (\bar{X})	В. Фиксированное значение фактора в опыте
4. Интервал варьирования	Г. Расстояние между нижним и верхним уровнями фактора

Задание 1.4. Установите соответствие между видом анализа и его целью.

Вид анализа	Цель
1. Дисперсионный анализ (ANOVA)	А. Выявление статистической взаимосвязи между факторами
2. Корреляционный анализ	Б. Определение влияния отдельных факторов и их взаимодействий на результат
3. Регрессионный анализ	В. Определение уравнения связи между переменными
4. Ковариационный анализ	Г. Учёт влияния дополнительных (сопутствующих) переменных при исследовании

Задание 1.5. Установите соответствие между свойством матрицы ПФЭ и его описанием.

Свойство	Описание
1. Ортогональность	А. Алгебраическая сумма элементов вектор-столбца каждого фактора равна нулю
2. Симметричность	Б. Сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов N
3. Нормировка	В. Для любого фактора «-1» и «+1» встречаются одинаковое число раз
4. Ротатабельность	Г. Дисперсия предсказанных значений одинакова во всех точках на одинаковом расстоянии от центра

2. Задания закрытого типа на установление последовательности – 5 шт.**Уровень сложности: низкий–средний**

Задание 2.1. Укажите последовательность этапов планирования и проведения экспериментального исследования (начиная с постановки задачи).

1. Построение математической модели и её интерпретация
2. Проведение опытов и сбор экспериментальных данных
3. Постановка цели и задач эксперимента
4. Выбор факторов и определение области их варьирования
5. Статистический анализ результатов и проверка гипотез

Задание 2.2. Установите последовательность построения регрессионной модели по результатам ПФЭ.

1. Запись уравнения регрессии в кодированных переменных
2. Проверка значимости коэффициентов по t-критерию Стьюдента
3. Расчёт коэффициентов регрессии по формуле МНК
4. Проверка адекватности модели по F-критерию Фишера
5. Переход от кодированных переменных к натуральным

Задание 2.3. Укажите последовательность обработки многократных измерений по ГОСТ Р 8.736-2011.

1. Расчёт выборочного среднего (\bar{X})
2. Исключение известных систематических погрешностей
3. Проверка наличия грубых ошибок (промахов)
4. Расчёт выборочного среднеквадратического отклонения (S)
5. Построение доверительного интервала для измеряемой величины

Задание 2.4. Установите последовательность процедуры проверки статистической гипотезы.

1. Задание уровня значимости α
2. Формулировка нулевой (H_0) и альтернативной (H_1) гипотез
3. Принятие или отклонение нулевой гипотезы
4. Расчёт статистики критерия (t-критерия, F-критерия)
5. Сравнение расчётного значения статистики критерия с критическим (табличным)

Задание 2.5. Укажите последовательность выполнения метода крутого восхождения по поверхности отклика (метод Бокса–Уилсона).

1. Проведение серии экспериментов в соответствии с планом (обычно ПФЭ)
2. Выбор направления движения по градиенту функции отклика
3. Построение линейного уравнения регрессии в кодированных переменных
4. Реализация «мысленного» шага в направлении градиента
5. Постановка реального эксперимента в найденной точке

3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырёх и обоснованием – 5 шт.**Уровень сложности: средний–высокий**

Задание 3.1. С какой целью проводится рандомизация (рандомизация опытов) в эксперименте?

- А) Для увеличения числа опытов
- Б) Для устранения или минимизации влияния неконтролируемых переменных (систематических погрешностей)
- В) Для облегчения расчёта коэффициентов регрессии
- Г) Для обеспечения ортогональности матрицы планирования

Задание 3.2. Какой показатель используется для проверки адекватности регрессионной модели (соответствия модели экспериментальным данным)?

- А) Коэффициент корреляции (r)
- Б) Критерий Стьюдента (t-критерий)
- В) Критерий Фишера (F-критерий)
- Г) Коэффициент детерминации (R^2)

Задание 3.3. При построении плана полного факторного эксперимента типа 2^3 (три фактора на двух уровнях) общее количество опытов составит:

- А) 6 опытов
- Б) 8 опытов
- В) 9 опытов
- Г) 12 опытов

Задание 3.4. Если коэффициент регрессии b_j (при кодированных переменных) оказался незначимым по t-критерию Стьюдента, что следует сделать при построении модели?

- А) Оставить коэффициент в модели, он может быть значим для других условий
- Б) Исключить коэффициент из уравнения регрессии и пересчитать модель для оставшихся значимых коэффициентов
- В) Провести дополнительную серию опытов специально для этого фактора
- Г) Уменьшить интервал варьирования фактора

Задание 3.5. При проверке нормальности распределения экспериментальных данных аспирант получил расчётное значение критерия Шапиро–Уилка $p = 0,032$. Что это означает при уровне значимости $\alpha = 0,05$?

- А) Распределение является нормальным с вероятностью 95%
- Б) Распределение не является нормальным (нулевая гипотеза о нормальности отвергается)
- В) Необходимо увеличить объём выборки
- Г) Данные имеют грубые ошибки

4. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и развёрнутым обоснованием – 5 шт.**Уровень сложности: высокий****Задание 4.1.** Какие из перечисленных методов относятся к математическим методам планирования эксперимента?Выберите **все верные**.

1. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^n
2. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ)
3. Метод «мозгового штурма»
4. Ротатабельные центральные композиционные планы (ЦКРП)
5. Метод крутого восхождения (Box–Wilson)

Задание 4.2. Какие из перечисленных требований предъявляются к факторам, включаемым в эксперимент?Выберите **все правильные**.

1. Фактор должен быть управляемым
2. Фактор должен быть некоррелированным с другими факторами
3. Фактор должен иметь точность измерений выше точности измерения параметра оптимизации
4. Фактор должен иметь не менее трёх уровней варьирования
5. Фактор должен быть совместимым с другими факторами

Задание 4.3. Выберите критерии, которые **могут** использоваться для проверки адекватности (соответствия) построенной математической модели экспериментальным данным. Отметьте **все применимые**.

1. Коэффициент детерминации (R^2)
2. Критерий Фишера (F-критерий)
3. Критерий Стьюдента (t-критерий)
4. Средняя относительная погрешность аппроксимации (E)
5. Критерий Дарбина–Уотсона (для проверки автокорреляции остатков)

Задание 4.4. Какие преимущества даёт применение методов планирования эксперимента по сравнению с классическим методом «один фактор за один раз»? Выберите **все верные**.

1. Существенное сокращение общего числа необходимых опытов
2. Возможность выявления и количественной оценки эффектов взаимодействия факторов
3. Возможность построения математической модели процесса («чёрного ящика»)
4. Исключение необходимости предварительного теоретического анализа объекта
5. Упрощение расчёта средних значений отклика

Задание 4.5. Какие из перечисленных видов экспериментальных планов относятсяк **оптимизационным** (направленным на поиск оптимальных условий процесса) в отличие от поисковых или скрининговых? Выберите **все верные**.

1. План крутого восхождения по поверхности отклика (Box–Wilson)
2. Симплекс-планирование
3. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ) $\frac{1}{2}$ реплики
4. Центральные композиционные планы (ЦКРП) второго порядка
5. Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA)

5. Задание открытого типа с развёрнутым ответом – 5 шт.**Уровень сложности: высокий (анализ, синтез, оценка)****Задание 5.1.** Сравните **полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^n** и **дробный факторный эксперимент (ДФЭ)**. Укажите достоинства и недостатки каждого. В каких случаях применение ДФЭ оправдано?**Задание 5.2.** Опишите **методику проверки нормальности распределения экспериментальных данных**. Какие критерии проверки нормальности вы знаете? Какую роль играет проверка на нормальность при применении статистических методов?**Задание 5.3.** По результатам полного факторного эксперимента 2^3 получена следующая регрессионная модель в кодированных переменных: $y = 45,2 + 2,3 \cdot x_1 - 1,5 \cdot x_2 + 0,8 \cdot x_3 + 0,6 \cdot x_1 x_2$, где y – прочность образца (МПа). Все коэффициенты значимы по t-критерию. Факторы x_1 (температура спекания, °C) и x_2 (время выдержки, час) варьировались в следующих натуральных границах: x_1 : 200 °C (–1) / 400 °C (+1), x_2 : 2 час (–1) / 6 час (+1). Проведите содержательный анализ модели. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на прочность? Что показывают знаки коэффициентов? Как интерпретировать коэффициент при взаимодействии $x_1 x_2$? Рассчитайте прочность при температуре 300 °C и времени выдержки 4 часа (x_1 и x_2 на нулевых уровнях).**Задание 5.4.** Разработайте **план-матрицу полного факторного эксперимента 2^2** для изучения влияния двух факторов на параметр оптимизации. Какие проверки необходимо выполнить после эксперимента? Как перейти от кодированных переменных к натуральным?**Задание 5.5.** При проверке адекватности регрессионной модели по F-критерию Фишера аспирант получил следующие значения: дисперсия неадекватности $S^2_{ад} = 4,8$, дисперсия воспроизводимости $S^2_y = 2,1$, число степеней свободы числителя $f_1 = 3$, знаменателя $f_2 = 8$. Критическое значение F-критерия для уровня значимости $\alpha = 0,05$ составляет $F_{крит} = 4,07$. Следует ли признать модель адекватной? Ответ обоснуйте расчётом. Что следует предпринять, если модель окажется неадекватной?

5.4. Перечень видов оценочных средств	
1.	Контрольные вопросы
2.	Темы письменных работ
3.	ФОС

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
6.1. Рекомендуемая литература	
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"	
Э1	e.lanbook.com
Э2	http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp
Э3	https://iprbooks.ru/
Э4	www.studentlibrary.ru
Э5	www.biblio-online.ru
6.3.1 Перечень программного обеспечения	
6.3.1.1	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.2	APM WinMachine 2010 (Лицензионное соглашение № 91312 от 18.06.2012)
6.3.1.3	MathCAD 15 (Заказ №2564794 от 25.02.2010)
6.3.1.4	MS Windows XP (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.5	Компас-3D v12 (Номер лицензионного соглашения Кк-10-01126)
6.3.1.6	Консультант Плюс (версия для образовательных учреждений)
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	Электронная библиотечная система www.iprbookshop.ru;
6.3.2.2	ЭБ ЗГУ

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Видеопроектор Toshiba TDP-T350
7.2	Экран с электроприводом
7.3	Персональный компьютер офисный Think Cen-tre M70e – 1 шт.
7.4	Персональный компьютер офисный Think Cen-tre M71e – 10 шт.
7.5	Монитор 19,0 LCD Think Vision – 11 шт.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
<p>Для успешного освоения учебного материала аспиранту необходимо ясно понимать значимость и место дисциплины в его профессиональной подготовке и активно участвовать во всех видах учебного процесса. По дисциплине учебным планом предусмотрена контактная и самостоятельная работа обучающегося. Контактная работа включает лекционные и практические занятия, коллективные и индивидуальные консультации.</p> <p>На лекционных занятиях необходимо внимательно слушать преподавателя, подробно и аккуратно вести конспект, который дополняется и корректируется в процессе самостоятельной проработки материала. Практические занятия предусмотрены для формирования умений и навыков применения теории на практике для решения учебных задач.</p> <p>На практических занятиях аспирантами выполняются тематические и компетентностно-ориентированные задания по темам курса. Обучающемуся необходимо активно участвовать в учебном процессе, при необходимости задавать вопросы преподавателю.</p> <p>Текущий контроль проводится в виде: устных и письменных ответов на вопросы темы занятия, защиты докладов-презентаций, рефератов, тестовых заданий.</p> <p>Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. аспиранты обеспечены информационными ресурсами в библиотеке ЗГУ (учебниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий); 2. аспиранты обеспечены информационными ресурсами в локальной сети ЗГУ (в электронном виде выставлено методическое обеспечение дисциплины); 3. организованы еженедельные консультации.