

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Симоновский А.Я.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО
ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.03 Математическое моделирование и проектирование

Шифр и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

35.04.04 Агрономия

Шифр и наименование направления подготовки

**Агрохимические основы управления питанием растений и плодородием
ПОЧВЫ**

наименование профиля

Программа академической магистратуры

Ориентация ОП ВО в зависимости от вида(ов) профессиональной деятельности

Магистр

Квалификация выпускника

Очная, заочная

Форма обучения

Ставрополь, 2019

1. Введение

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование и проектирование» является формирование знаний и умений по разработке математических моделей управления воспроизводством плодородия почв и продукционным процессом в агрофитоценозах.

Задачи:

- освоение методологических и теоретических основ моделирования и проектирования;
- овладение методикой разработки моделей плодородия почв и оптимизации его воспроизводства;
- разработка моделей управления урожаем сельскохозяйственных культур и его качеством.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы магистратуры

Дисциплина 35.04.04 «Математическое моделирование и проектирование» относится к базовой части общенаучного цикла подготовки магистров по направлению **Агрономия** «Агрохимические основы управления питанием растений и плодородием почвы».

Дисциплина математическое моделирование и проектирование является предшествующей для разработки новых ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий производства растительной продукции, воспроизводства плодородия почвы, управления продукционным процессом в агроэкосистеме.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами бакалавриата:

- **Б1.Б.5 Математика (курс бакалавриата):**

Знания: основных понятий и методов линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей и математической статистики;

Умения: применять методы математического анализа при решении прикладных задач;

Навыки: решения математических задач в своей предметной области.

- **Б1.Б.2 Информационные технологии (курс бакалавриата):**

Знания: содержания и способов использования компьютерных и информационных технологий в прикладных задачах;

Умения: пользоваться компьютером как средством обработки и представления информации;

Навыки: применения средств компьютерной техники и информационных технологий для решения задач в своей предметной области.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Б1.Б.5 Инновационные технологии в агрономии(курс бакалавриата):

Знания: содержания и способов использования компьютерных и информационных технологий в прикладных задачах;

Умения: пользоваться компьютером как средством обработки и представления информации;

Навыки: способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности

- Б1.В.ДВ.4.1 Экспериментальная агрохимия(курс бакалавриата):

Знания: содержания и способов использования компьютерных и информационных технологий в прикладных задачах;

Умения: пользоваться компьютером как средством обработки и представления информации;

Навыки: способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ.

- Б1.В.ОД.8Инструментальные методы исследований(курс бакалавриата):

Знания: содержания и способов использования компьютерных и информационных технологий в прикладных задачах;

Умения:;

Навыки: способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов.

Для успешного освоения дисциплины должны быть сформированы: ОК-1, ПК-2; ПК-5 компетенции на продвинутом уровне.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины, в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом по данному направлению, выпускник должен обладать

а) общекультурными компетенциями:

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

б) профессиональных (ПК):

способностью обосновать задачи исследования, выбрать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представить результаты

научных экспериментов (ПК-2).

готовностью представлять результаты в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений (ПК-5).

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать - понятия о моделировании; классификацию моделей; этапы моделирования, модели посева, агрофитоценоза, системы защиты растений, сорта; методику проектирования современных технологий возделывания культур;

уметь - разрабатывать модели и проекты агро- технологий на различную продуктивность сельскохозяйственных культур.

владеть - навыками применения современного математического инструментария для решения агрономических задач;

методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития агрономической науки и практики.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Данные по рабочему учебному плану: 108 час., 3 зачет.ед.

Семестры	9	А	В	С	Всего
Трудоемкость по стандарту -			108		108
из них:					
самостоятельная работа -			76		76
аудиторные занятия – в том числе:			32		32
лекции -			6		6
лабораторные -			26		26
семинарские -					
практические -					

Семестры	9	А	В	С	Всего
недель в семестре			16		16
Форма контроля:					
экзамен					
зачет			+		+
курсовая работа					
курсовой проект					

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Разделы (модули) дисциплины и темы занятий	Количество часов (очная форма обучения)				Формы текущего контроля успеваемости	Коды формируемых компетенций
		Всего	Лекции	Лабораторные	Сам.работы		
Элементы линейного программирования							
1	Понятие о моделировании; классификация моделей.	16	2	4	10	Решение задач, выполнение РГР	ОК-1; ПК-2; ПК-5.
2	Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.	20	2	4	14	Решение задач, выполнение РГР, подготовка к контрольной работе	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
3	Метод искусственного базиса. Двойственная задача.	16		4	12	Решение задач, выполнение РГР	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
4	Общая постановка транспортной задачи. Методы составления первоначального плана. Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов.	28	2	6	20	Решение задач, выполнение РГР	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
Моделирование агроэкосистем							
5	Этапы моделирования, модели посева, агрофитоценоза, системы защиты растений, сорта; методика проектирования	14		4	10	Решение задач, выполнение РГР, подготовка к	ОК-1; ПК-2. ПК-5.

№ п/п	Разделы (модули) дисциплины и темы занятий	Количество часов (очная форма обучения)				Формы текущего контроля успеваемости	Коды формируемых компетенций
		Всего	Лекции	Лабораторные	Сам.работы		
	современных технологий возделывания культур;					коллоквиуму	
6	Разработка моделей и проектов агро- технологий на различную продуктивность сельскохозяйственных культур.	14		4	10	Решение задач, выполнение РГР	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
	ИТОГО:	108	6	26	76		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционный курс

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание раздела	Всего часов
Элементы линейного программирования	Понятие о моделировании; классификация моделей	1
	Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс- метод решения задач линейного программирования	2
	Метод искусственного базиса. Двойственная задача.	1
	Общая постановка транспортной задачи. Методы составления первоначального плана. Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов.	2
Итого:		6

6.2. Перечень лабораторных работ

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов
Элементы линейного программирования	Понятие о моделировании; классификация моделей.	4
	Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.	4
	Метод искусственного базиса. Двойственная задача.	4
	Общая постановка транспортной задачи. Методы составления первоначального плана. Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов	6
Моделирование агроэкосистем	Этапы моделирования, модели посева, агрофитоценоза, системы защиты растений, сорта; методика проектирования современных технологий возделывания культур;	4
	Разработка моделей и проектов агро- технологий на различную продуктивность сельскохозяйственных культур.	4
Итого		26

6.3. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

«Курсовой проект (работа), реферат учебным планом не предусмотрен».

6.4. Самостоятельная работа студента

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов	Коды формируемых компетенций	
Элементы линейного программирования						
1.	9	Понятие о моделировании; классификация моделей.	Решение задач, выполнение РГР	10	ОК-1; ПК-2. ПК-5.	
2.		Геометрический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Решение задач, выполнение РГР, подготовка к контрольной работе	14	ОК-1; ПК-2. ПК-5.	
3.		Метод искусственного базиса. Двойственная задача.	Решение задач, выполнение РГР	12	ОК-1; ПК-2. ПК-5.	
4.		Общая постановка транспортной задачи. Методы составления первоначального плана. Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов.	Решение задач, выполнение РГР	20	ОК-1; ПК-2. ПК-5.	
Моделирование агроэкосистем						
5.		Этапы моделирования, модели посева, агрофитоценоза, системы защиты растений, сорта; методика проектирования современных технологий возделывания культур;	Решение задач, выполнение РГР, подготовка к коллоквиуму	10	ОК-1; ПК-2. ПК-5.	
6.	Разработка моделей и	Решение задач,	10	ОК-1;		

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов	Коды формируемых компетенций
		проектов агротехнологий на различную продуктивность сельскохозяйственных культур.	выполнение РГР		ПК-2 ПК-5.
ИТОГО часов в семестре:				76	

6.5. Образовательные технологии

Вид занятия (лекционное, практическое, лабораторное)	Тема занятия	Интерактивная форма	Объем, ауд. часов/в том числе в интерактивной форме	Коды формируемых компетенций
лекционное	Понятие о моделировании; классификация моделей	Проблемная лекция	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
лабораторное	Геометрический метод решения задач линейного программирования.	Занятие в форме практикума	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
лекционное	Общая постановка транспортной задачи. Методы составления первоначального плана.	Лекция-дискуссия	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.

	Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов.			
лабораторное	Симплекс-метод решения задач	Занятие в форме практикума	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
лабораторное	Метод искусственного о базиса. Двойственная задача.	Занятие в форме практикума	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
лабораторное	Методы составления первоначального плана	Занятие в форме практикума	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
лабораторное	Метод улучшения опорного решения. Метод потенциалов	Занятие в форме практикума	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.
лабораторное	Методика проектирования современных технологий возделывания культур	Занятие в форме практикума	2	ОК-1; ПК-2. ПК-5.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для организации самостоятельной работы студентов оформляются в виде самостоятельных указаний (приложение 1).

8. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю). (разрабатывается в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств»)

(Все остальные разработки, входящие в фонд оценочных средств, оформляются в виде самостоятельного документа – приложение 2.)

Вопросы к зачету

Основы линейного программирования и транспортная задача

1. Задачи, приводящие к задачам линейного программирования.
2. Линейное программирование (общие положения).
3. Экономический анализ задач с использованием графического метода.
4. Свойства решений задач линейного программирования.
5. Альтернативный оптимум.
6. Объективно обусловленные оценки и их смысл.
7. Симплекс-метод линейного программирования.
8. Вырожденность в транспортных задачах.
9. Экономический анализ транспортных задач.

Контрольные вопросы

1. Типы экономико-математических моделей
2. Область допустимых решений системы m линейных неравенств с двумя переменными. Виды областей.
3. Задача линейного программирования. Общая постановка.
4. Составление экономико-математической модели
5. Графический метод решения задач линейного программирования
6. Аналитический метод решения задач линейного программирования
7. Алгоритм составления симплекс-таблицы №1
8. Алгоритм перехода к симплекс-таблице №2
9. Сущность симплекс-метода решения задач линейного программирования
10. Метод искусственного базиса
11. Двойственная задача линейного программирования
12. Общая постановка транспортной задачи
13. Метод Северо-Западного угла составления первоначального плана перевозки
14. Метод минимального элемента составления первоначального плана перевозки
15. Метод Фогеля составления первоначального плана перевозки
16. Метод потенциалов проверки на оптимальность первоначального плана перевозки
17. Методы оптимизации
18. Математическое программирование – цели и задачи
19. Метод нелинейного программирования в моделировании производства. Условия оптимальности первого и второго порядка.
20. Роль математического моделирования при проектировании техноло-

гий управления продукционным процессом агрофитоценозов.

21. Виды моделей, используемых в агрономии. Статистические модели агроэкосистем.

22. Обусловленность использования регрессионных моделей особенностями эмпирических данных.

23. История разработки статистических моделей продуктивности агроэкосистем.

24. Моделирование по обобщенным агрометеорологическим показателям.

25. Ограничения области применения регрессионных моделей при проектировании.

26. Динамические модели. Сущность. Динамические модели формирования урожая.

27. Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия.

28. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.

29. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.

30. Определение оптимальных параметров агрофизических, агрохимических биологических показателей плодородия почв различных типов и разновидностей.

31. Моделирование и экспериментальное обоснование оптимальных величин показателей плодородия почвы.

32. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей.

9. Рейтинговая оценка знаний обучающихся

Таблица 1 - Распределение баллов по видам мероприятий

Мероприятия	Максимальное значение в баллах на семестр
Посещаемость лекций	0 - 10
Успеваемость на лабораторных занятиях	0 - 10
Контрольные точки	0 - 60
Активность работы на занятиях	0 - 10
Поощрительные баллы	0 - 10
ИТОГО	0 - 100

Таблица 2 - Начисление баллов по результатам посещения лекций

№	Процент посещенных лекций	Начисляемые баллы				Максимальный начисленный балл за семестр
		I	II	III	IV	
1	0-49%	0 баллов	0 баллов	0 баллов	0 баллов	0 баллов
2	50-54%	0 баллов	0 баллов	0 баллов	1 балл	1 балл
3	55-59%	0,5 баллов	0,5 балл	0,5 балл	0,5 балл	2 балла
4	60-64%	0,5 баллов	0,5 балл	0,5 балл	0,5 балл	2 балла
5	65-69%	1 балл	1 балл	1 балл	1 балл	4 балла
6	70-74%	1 балл	1 балл	1 балл	2 балла	5 баллов
7	75-79%	1,5 балла	1,5 балла	1,5 балла	1,5 балла	6 баллов
8	80-84%	1 балл	2 балла	2 балла	2 балла	7 баллов
9	85-89%	2 балла	2 балла	2 балла	2 балла	8 баллов
10	90-94%	2 балла	2 балла	2 балла	3 балла	9 баллов
11	95-100%	2,5 балла	2,5 балла	2,5 балла	2,5 балла	10 баллов

В случае посещения студентом менее чем 85% лекций, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан представить своему преподавателю или лектору конспект пропущенных лекций.

Таблица 3 - Начисление баллов по рейтингу текущей успеваемости на практических занятиях

№	Средняя оценка полученных оценок на занятиях	Начисляемые баллы				Максимальный начисленный балл за семестр
		I	II	III	IV	
1	оценка 3	1,5 балла	1,5 балла	1,5 балла	1,5 балла	6 баллов
2	оценка 3+; 4-	1 балл	2 балла	2 балла	2 балла	7 баллов
3	оценка 4	2	2	2	2 балла	8 баллов

		балла	балла	балла		
4	оценка 4+; 5–	2 балла	2 балла	2 балла	3 балла	9 баллов
5	оценка 5	2,5 балла	2,5 балла	2,5 балла	2,5 балла	10 баллов

Таблица 4 - График контрольных точек

№ контрольн. точки	Виды контроля	Срок сдачи, № недели	Число баллов	
			min	max
1.	Расчетно-графическая работа № 1 «Линейное программирование»	Неделя № 4	0	10
2.	Расчетно-графическая работа № 2 «Транспортная задача»	Неделя № 6	0	10
3.	Коллоквиум № 1 « Линейное программирование »	Неделя № 9	0	20
4.	Расчетно-графическая работа № 3 Этапы моделирования, модели посева, агрофитоценоза, системы защиты растений, сорта; методика проектирования современных технологий возделывания культур;	Неделя № 11	0	10
5.	Расчетно-графическая работа № 4 Разработка моделей и проектов агротехнологий на различную продуктивность сельскохозяйственных культур	Неделя № 13	0	10
6.	Коллоквиум № 2 Моделирование агроэкосистем	Неделя № 14	0	20
7.	Посещение лекций			10
8.	Активность работы на лабораторных занятиях			10
Сумма баллов за семестр			0	100

- ✓ Таблица 5 - Нормы пересчета по контрольным точкам
 ✓ в зависимости от количества точек в семестре
 Начисление баллов по рейтингу коллоквиума

	Оценка	Начисляемые баллы
	оценка 2	0

	оценка 2+ ; 3–	3
	оценка 3	5
	оценка 3+; 4–	8
	оценка 4	10
	оценка 4+; 5–	12
	оценка 5	14

Начисление баллов по рейтингу расчетно-графических работ

№	Оценка	Начисляемые баллы
1.	оценка 2	0
2.	оценка 2+ ; 3–	1
3.	оценка 3	2
4.	оценка 3+; 4–	4
5.	оценка 4	6
6.	оценка 4+; 5–	7
7.	Средняя оценка 5	8

Таблица 6 - Начисление баллов по активности студентов на занятии

✓ №	✓	✓ Начисляемые баллы				✓ Максимальный начисленный балл за семестр
✓	✓	✓ I	✓ II	✓ III	✓ IV	✓
✓	✓ Активность	✓ 2 балла	✓ 2 балла	✓ 3 балла	✓ 3 балла	✓ 10 баллов

Рейтинг активности в течение месяца определяется на усмотрение преподавателя в соответствии со шкалой:

I - месяц семестра - 1, 2 балла; **II** - месяц семестра 1, 2 балла; **III** - месяц семестра 1, 2, 3 балла; **IV** - месяц семестра 1, 2, 3 балла.

Таблица 7 - Начисление поощрительных баллов

№		Начисляемые баллы				Максимальный начисленный балл за семестр
		I	II	III	IV	
	Начисление поощрительных баллов	2 балла	2 балла	3 балла	3 балла	10 баллов

Дополнительные виды деятельности, за которые предусматриваются
поощрительные баллы

1. Поиск информации по теме, предложенной преподавателем.
2. Подготовка доклада и выступление на учебном занятии, научном семинаре.
3. Изготовление учебных материалов (макетов, плакатов, презентаций и др.).
4. Работа в научно-исследовательском кружке.
5. Участие в научных конференциях.
6. Поиск информации по теме, предложенной преподавателем.
7. Подготовка доклада и выступление на учебном занятии, научном семинаре.
8. Изготовление учебных материалов (макетов, плакатов, презентаций и др.).
9. Работа в научно-исследовательском кружке.
10. Участие в научных конференциях.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. ЭБС «Znanium»: Хуснутдинов Р. Ш. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 224 с.
2. ЭБС «Znanium»: Орлова И. В. Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач / И.В. Орлова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 140 с.
3. ЭБС «Znanium»: Красс М. С. Моделирование эколого-экономических систем: Учебное пособие / М.С. Красс. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. 272 с.
4. ЭБС «Znanium»: Лисица М. И. Модели и алгоритмы финансового инвестирования: Учебное пособие / М.И. Лисица. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 192 с.

б) дополнительная литература:

1. ЭБС «Znanium»: Гетманчук, А. В. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс] : Учебное пособие для бакалавров / А. В. Гетманчук, М. М. Ермилов. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2013. - 188 с.
2. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем : моногр. Т. XXIII / Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН. - М. : ИГКЭ, 2010. - 334 с.
3. Ефремов, И. В. Моделирование почвенно-растительных систем : моногр. - М. : ЛКИ, 2008.- 152 с.
4. Есаулко, А. Н. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края / А. Н. Есаулко, А. И. Подколзин, М. С. Сигида // Материалы третьей Междунар. науч.-практ. конф. "Эволюция и деградация почвенного покрова" (26-28 сентября 2007 г., Ставрополь) / СтГАУ. - Ставрополь, 2007. - С. 31-35.
5. Исследование операций в экономике: учеб.пособие для студентов вузов по экон. специальностям и направлениям / под ред. Н. Ш. Кремера. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2010. - 430 с.
6. Криничанский, К. В. Математика финансового менеджмента : учеб.пособие для студентов по специальностям: "Финансы и кредит", "Бух.учет и аудит", "Мировая экономика" / К. В. Криничанский. - М. : Дело и Сервис, 2006. - 256 с. - (Гр. УМО).
7. Бережная, Е. Б. Математические методы моделирования экономических систем : учеб.пособие. - М. : Финансы и статистика, 2002. - 368 с.:ил.
8. Бережная, Е. Б. Математические методы моделирования экономических систем : учеб.пособие для студентов вузов по специальностям: "Финансы и кредит", "Бух.учет, анализ и аудит", "Мировая

экономика". - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2006. - 432 с. - (Гр. УМО).

9. ЭБС «Znanium»: Брусов П. Н. Справочник по финансовой математике: Учебное пособие / П.Н. Брусов, Т.В. Филатова, Н.П. Орехова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014.-239 с.

10. Международная реферативная база данных SCOPUS.
<http://www.scopus.com/>

11. Международная реферативная база данных Web of Science.
<http://wokinfo.com/russian/>

12. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://elibrary.rsl.ru/>

13. Российский экономический журнал (периодическое издание).

14. ЭБС «Znanium»: Прикладная эконометрика (периодическое издание).

Список литературы верен

Директор НБ

Обновленская М.В.

11. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”, необходимых для освоения дисциплины (модуля).

- [MathWorld: WolframWebResourcebyEric W. Weisstein](#), один из самых больших веб-сайтов по математике
 - [MathematicalAtlasbyDaveRusin](#), один из самых больших веб-сайтов по математике
 - [arXiv.org](#), автоматический электронный архив статей по математике
 - [Wikipedia: Свободная энциклопедия](#) – математика
 - [PlanetMath.Org](#) – Математическая энциклопедия

12. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины оформляются в виде самостоятельных указаний (приложение 3).

13. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).

- [Google: MathematicsWebSites](#), содержит обширную информацию о различных математических веб-сайтах
- [Yahoo: MathematicsWebSites](#), содержит обширную информацию о различных математических веб-сайтах
- [MathForum: InternetMathematicsLibrary](#), содержит обширную информацию о различных математических веб-сайтах
- [Mathematical WWW VirtualLibrary \(FloridaStateUniversity\)](#), содержит обширную информацию о различных математических веб-сайтах
- [InternetGuidetoEngineering, MathematicsandComputing](#), содержит обширную информацию о различных математических веб-сайтах
- [MathematicsWebSites \(PennsylvaniaStateUniversity\)](#), содержит обширную информацию о различных математических веб-сайтах
- [MathGuide \(SUB Gottingen\)](#), содержит полезную информацию о различных математических веб-сайтах
- [Math-Net \(InternationalMathematicalUnion\)](#), содержит полезную информацию о различных математических веб-сайтах