

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Министерство образования Кировской области**  
**Администрация города Слободского**  
**МКОУ СОШ №7 г.Слободского**

**РАССМОТРЕНО**

Руководитель ШМО учителей математики и информатики

\_\_\_\_\_  
Кучева Н.П.  
Протокол №1 от «28» августа 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО**

заместитель директора по УВР

\_\_\_\_\_  
Тарашнина С.В.

**УТВЕРЖДЕНО**

Директор

\_\_\_\_\_  
Василенко И.Л.  
№167-ОД от «29» августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**элективного курса «Математическое моделирование»**

для обучающихся 10-11 классов

**г.Слободской 2023**

## Пояснительная записка.

Настоящая рабочая программа элективного курса «Математическое моделирование» для 11-х классов составлена на основе программы авторского курса Генералова Г.М. «Математическое моделирование» и опубликованной в сборнике элективных курсов в профильном обучении (Сборник примерных рабочих программ. Элективные курсы для профильной школы: учебное пособие для общеобразовательных организаций / [Н.В. Антипова и др.] – М.: Просвещение, 2019. – 187.).

Учебно-методическое обеспечение курса включает в себя программу элективного курса и учебное пособие для учащихся (Генералов Г.М. Математическое моделирование. 10 – 11 классы. Учебное пособие – М.: Просвещение, 2020 – 159.)

Элективный курс направлен на реализацию учебного плана технического, естественно-научного, социально-экономического, гуманитарного, универсального и других профилей на уровне среднего общего образования.

Изучение данного элективного курса позволит учащимся с большим интересом относиться к школьному курсу математики, как необходимому фундаменту для формирования практических навыков, предоставляющих большие возможности приобретения современных профессий (совмещённые специальности «математик-аналитик», «математик-программист» и др. Навыки, полученные при обучении математическому моделированию, повысят уровень подготовки учащихся к государственной итоговой аттестации по математике.

Элективный курс «Математическое моделирование» способствует развитию логического мышления учащихся, намечает и использует целый ряд меж предметных связей, имеет прикладную направленность с учетом на методический аспект моделирования интерпретации моделей.

Цель курса: оказать помощь учащимся 11-х классов в выборе современных профессий, требующих теоретических знаний и элементарных практических навыков по формированию экономико-математических моделей, их анализу и использованию для принятия управленческих решений.

Задачи курса:

- ✓ ознакомить учащихся с сущностью, познавательными возможностями и практическим значением моделирования как одного из научных методов познания реальности;
- ✓ дать представление о наиболее распространённых математических методах, используемых для формализации экономико-математических моделей;
- ✓ научить интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и применять их для обоснования конкретных хозяйственных решений;
- ✓ сформировать базу для дальнейшего изучения приложений экономико-математическому моделированию и выполнения индивидуального проекта по данному направлению.

Основные идеи курса:

- внутри- и меж предметная интеграция;
- взаимосвязь науки и практики;
- взаимосвязь человека и окружающей среды.

Формы контроля за усвоением материала. Текущий контроль может осуществляться в форме отчётов о выполнении практических заданий; итоговый контроль — в форме дифференцированного зачёта или защиты индивидуального проекта.

### Содержание программы

#### **Введение. Профессия математика-аналитика: наука и искусство.**

*Математическое моделирование в современных профессиях и естествозна-*

нии. Сфера и границы применения экономико-математического моделирования. Умение составлять математические модели и анализировать их, рассчитывать прогнозы развития социально-экономических процессов с высокой степенью точности — главная профессиональная компетенция в совмещённых профессиях нового поколения.

*Определение математической модели. Классификация математических моделей. Этапы экономико-математического моделирования. Понятие экономико-математической модели. Типичные задачи, решаемые при помощи моделирования. Условия применимости, преимущества и недостатки метода моделирования. Общий алгоритм составления модели социально-экономических процессов.*

### **Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса.**

*Математическая постановка задачи линейного программирования. Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования. Общая формулировка задачи линейного программирования. Принцип оптимальности в планировании и управлении. Принципы построения системы ограничений в задаче линейного программирования. Формулирование целевой функции в зависимости от требующих решения управленческих проблем в реальных социально-экономических ситуациях.*

*Методы решения задач линейного программирования. Общая постановка задачи линейного программирования с двумя и тремя переменными. Графический метод решения задачи линейного программирования. Область допустимых решений. Оптимальный план. Примеры решения графическим методом задач линейного программирования размерности два и три. Решение задач линейного программирования в MS Excel.*

*Примеры экономических ситуаций, сводящихся к задачам линейного программирования.*

*Задача составления плана производства. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.*

*Задача о рационе. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.*

*Транспортная задача. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.*

*Задача комплексного использования сырья на примере рационального раскроя материала. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.*

*Задача загрузки оборудования. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.*

*Дополнительные задачи. Задания на актуализацию знаний школьного курса математики; задания на составление математической модели реальной ситуации; решение задачи линейного программирования графическим методом, решение задач в MS Excel.*

### **Тема 2. Временные ряды: искусство прогнозирования.**

*Понятие временного ряда. Примеры построения моделей временного ряда. Условия применения моделей временных рядов. Виды рядов. Характеристики рядов.*

*Методы анализа временных рядов. Прогнозирование. Метод скользящего среднего. Метод избранных точек. Построение тренда. Анализ временного ряда в MS Excel.*

*Построение тренда методом наименьших квадратов. Расчёт коэффициентов линейного, параболического и гиперболического трендов. Построение тренда в MS Excel.*

*Задания для самостоятельного решения:*

- 1) задания на актуализацию знаний школьного курса математики;
- 2) задания на составление математической модели реальной ситуации; решение задач в MS Excel.

### **Тема 3. Некоторые прикладные модели: тактика и стратегия успеха.**

Применение математического анализа и геометрии к экономике. Предельные величины. Модель спроса и предложения. Модель управления запасами. Графы. Дерево решений. Задача о соединении городов. Кратчайший путь. Критический путь. Элементы теории игр в задачах.

#### **Планируемые результаты элективного курса**

Планируемые результаты освоения программы элективного курса «Математическое моделирование» уточняют и конкретизируют общее понимание личностных, метапредметных и предметных результатов как с позиций организации их достижения в образовательной деятельности, так и с позиций оценки достижения этих результатов.

*Личностные результаты включают:*

- в ценностно-ориентационной сфере - чувство гордости за российскую физическую науку, гуманизм, положительное отношение к труду, целеустремленность;
- в трудовой сфере - готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- в познавательной (когнитивной, интеллектуальной) сфере - умение управлять своей познавательной деятельностью; развитие творческих способностей; получение практических навыков применения математических знаний; логического мышления; развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;

*Метапредметные результаты включают:*

- умение анализировать предложенные варианты решения задачи, выбирать из них верные;
- умение выбирать наиболее эффективный способ решения задачи;
- овладение способами исследовательской деятельности;
- умение планировать свои действия в соответствии с поставленной задачей и условиями её реализации;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение осуществлять поиск необходимой информации для выполнения учебных заданий с использованием учебной литературы, энциклопедий, справочников (включая электронные, цифровые), в открытом информационном пространстве, в том числе контролируемом пространстве Интернета;
- умение использовать знаково-символические средства;
- умение контролировать свою деятельность: обнаруживать и исправлять ошибки.

В области *предметных результатов* образовательное учреждение общего образования предоставляет ученику возможность на ступени среднего (полного) общего образования научиться понимать:

- основные задачи, решаемые с помощью экономико-математического моделирования;
- роль метода моделирования в процессе познания экономической реальности и подготовки управленческих решений;
- условия и границы применимости моделирования;
- риски, связанные с принятием хозяйственных решений с помощью экономико-математических моделей.

*Учащийся получит возможность научиться:*

- использовать условия применения математических методов (линейного программирования, нелинейного программирования, динамического программирования) для формализации экономических процессов;
- представлять экономико-математические модели в объёме, достаточном для понимания их экономического смысла;

- формулировать простейшие прикладные экономико-математические модели;
- самостоятельно составлять, решать и интерпретировать простейшие практически значимые экономико-математические модели;
- обосновывать хозяйственные решения на основе результатов моделирования;
- работать в табличном процессоре MS Excel.

### Оценка достижения планируемых результатов усвоения курса

1. Экономико-математическое моделирование: сфера применения.
2. Границы познавательных возможностей экономико-математического моделирования.
3. Значение экономико-математического моделирования для экономической науки и практики.
4. Определение экономико-математического моделирования.
5. Этапы экономико-математического моделирования.
6. Классификация экономико-математических методов.
7. Классификация экономико-математических моделей.
8. Принцип оптимальности в планировании и управлении.
9. Понятие допустимого решения задачи линейного программирования.
10. Оптимальное решение задачи линейного программирования: математическое определение, экономический смысл.
11. Несовместность системы ограничений задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
12. Неограниченность целевой функции задачи линейного программирования: причины, примеры, экономическая интерпретация.
13. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
14. Опорное решение задачи линейного программирования и его отыскание.
15. Формулировка и экономическая интерпретация транспортной задачи на минимум стоимости перевозок.
16. Алгоритм поиска кратчайшего пути на графе.
17. Алгоритм поиска минимального срока выполнения последовательности работ.

### Тематическое планирование

№ п/п	Раздел	Тема	Кол-во часов	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы	Компонент содержания программы воспитания
1.	Введение. Профессия математика-аналитика: наука и искусство	<i>Математическое моделирование в современных профессиях и естественных знаниях.</i> Сфера и границы применения экономико-математического моделирования. Умение составлять математические модели и анализировать их, рассчитывать прогнозы развития социально-экономических процессов с высокой степенью точности — главная	2	<a href="https://moluch.ru/archi/125/34919/">https://moluch.ru/archi/125/34919/</a>	Учитывать в определении воспитательных задач целевые ориентиры результатов воспитания. Включать в содержание учебного предмета тематику мероприятий в соответствии с кален-

		профессиональная компетенция в совмещённых профессиях нового поколения.			дарным планом ВР. Реализовывать приоритет воспитания в учебной деятельности.
2.	Введение. Профессия математика-аналитика: наука и искусство	Определение математической модели. Классификация математических моделей. Этапы экономико-математического моделирования. Типичные задачи, решаемые при помощи моделирования. Условия применимости, преимущества и недостатки метода моделирования. Общий алгоритм составления модели социально-экономических процессов.	2	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5490/start/101816/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5490/start/101816/</a>	Привлекать внимание обучающихся к ценностному аспекту изучаемых предметов, явлений и событий, инициировать обсуждение, высказывание своего мнения, выработку своего личностного отношения к изучаемым событиям, явлениям, лицам.
3.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	<i>Математическая постановка задачи линейного программирования.</i> Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования. Общая формулировка задачи линейного программирования. Принцип оптимальности в планировании и управлении. Принципы построения системы ограничений в задаче линейного программирования. Формулирование целевой функции в зависимости от требуемых решения управленческих проблем в реальных социально-экономических ситуациях.	2	<a href="https://kpolyakov.spb.ru/school/basebook/prakt.htm">https://kpolyakov.spb.ru/school/basebook/prakt.htm</a>	Побуждать обучающихся соблюдать нормы поведения, правила общения со сверстниками и педагогами, соответствующие укладу школы, установление и поддержку доброжелательной атмосферы.
4.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	Методы решения задач линейного программирования. Общая постановка задачи линейного программирования с двумя и тремя переменными. Графический метод решения задачи линейного программирования. Область допустимых решений. Оптимальный план. Примеры решения графическим методом задач линейного программирования.	2	<a href="https://kpolyakov.spb.ru/school/basebook/prakt.htm">https://kpolyakov.spb.ru/school/basebook/prakt.htm</a>	Приобретение опыта применения сформированных знаний и отношений на практике, создание благоприятных условий для развития ценностных отношений: к труду, к своему

		вания размерности два и три. Решение задач линейного программирования в MS Excel.			отечеству, своей малой и большой Родине, к природе как источнику жизни на Земле, к знаниям как интеллектуальному ресурсу, к культуре как духовному богатству общества и важному условию ощущения человеком полноты проживаемой жизни, к здоровью как залогом долгой и активной жизни человека, к окружающим людям как безусловной и абсолютной ценности, к самим себе.
5.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	Примеры экономических ситуаций, сводящихся к задачам линейного программирования. Задача составления плана производства. Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.	2	<a href="http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf">http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf</a>	
6.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	<i>Задача о рационе.</i> Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.	2	<a href="http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf">http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf</a>	
7.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	<i>Транспортная задача.</i> Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.	2	<a href="http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf">http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf</a>	
8.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	<i>Задача комплексного использования сырья на примере рационального раскрытия материала.</i> Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.	2	<a href="http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf">http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf</a>	Применять интерактивные формы учебной работы — интеллектуальные, стимулирующие познавательную мотивацию, игровые методики, дискуссии, дающие возможность приобрести опыт ведения конструктивного диалога; групповой работы, которая учит строить отношения и действовать в команде, способствует развитию критического мышления.
9.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	<i>Задача загрузки оборудования.</i> Постановка проблемы. Формирование системы ограничений и целевой функции. Разбор примеров.	2	<a href="http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf">http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf</a>	
10.	Тема 1. Линейное программирование: искусство планирования бизнеса	<i>Дополнительные задачи.</i> Задания на актуализацию знаний школьного курса математики; задания на составление математической модели реальной ситуации; решение задачи линейного программирования графическим методом, решение задач в MS Excel.	6	<a href="https://kpolyakov.spb.ru/school/basebook/prakt.htm">https://kpolyakov.spb.ru/school/basebook/prakt.htm</a>	
11.	Тема 1. Линейное про-	Зачёт.	2		

	граммирование: искусство планирования бизнеса					<p>Возможность приобрести навыки самостоятельного решения теоретической проблемы, генерирования и оформления собственных идей, уважительного отношения к чужим идеям, оформленным в работах других исследователей, навыков публичного выступления перед аудиторией, аргументирования и отстаивания своей точки зрения.</p> <p>Привлечение внимания обучающихся к ценностному аспекту изучаемых на уроках явлений, организация их работы с получаемой на уроке социально значимой информацией.</p>
12.	Тема 2. Временные ряды: искусство прогнозирования	<i>Понятие временного ряда. Примеры построения моделей временного ряда. Условия применения моделей временных рядов. Виды рядов. Характеристики рядов.</i>	6	<a href="http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf">http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf</a>		
13.	Тема 2. Временные ряды: искусство прогнозирования	<i>Методы анализа временных рядов. Прогнозирование. Метод скользящего среднего. Метод избранных точек. Построение тренда. Анализ временного ряда в MS Excel.</i>	6	<a href="http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf">http://window.edu.ru/resource/357/62357/files/lr.pdf</a>		
14.	Тема 2. Временные ряды: искусство прогнозирования	<i>Построение тренда методом наименьших квадратов. Расчёт коэффициентов линейного, параболического и гиперболического трендов. Построение тренда в MS Excel.</i>	6	<a href="https://exceltable.com/grafiki/postroenie-linii-trenda">https://exceltable.com/grafiki/postroenie-linii-trenda</a>		
15.	Тема 2. Временные ряды: искусство прогнозирования	<i>Зачёт.</i>	2			
16.	Тема 3. Некоторые прикладные модели: тактика и стратегия успеха	<i>Применение математического анализа и геометрии к экономике. Предельные величины. Модель спроса и предложения. Модель управления запасами.</i>	8			
17.	Тема 3. Некоторые прикладные модели: тактика и стратегия успеха	<i>Графы. Дерево решений. Задача о соединении городов. Кратчайший путь. Критический путь. Элементы теории игр в задачах.</i>	8	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5491/start/203174/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5491/start/203174/</a> <a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5489/start/36669/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5489/start/36669/</a>		
18.	Тема 3. Некоторые прикладные модели: тактика и стратегия успеха	<i>Работа над индивидуальным проектом. Защита проекта.</i>	6			

### Средства обучения и воспитания

#### Оборудование

Компьютерный класс с видеоаппаратурой и проектором для демонстрации

учебных программ, с комплектом лицензионного программного обеспечения и выходом в Интернет.

Табличный процессор MS Excel.

### Список литературы

1. *Акулич И. Л.* Математическое программирование в примерах и задачах / И. Л. Акулич. — М.: Лань, 2011.
2. *Моисеев Н. Н.* Алгоритмы развития / Н. Н. Моисеев. — М.: Наука, 1987г.
3. *Бахвалов Н. С.* Численные методы: учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — М.: Бином, 2003.
4. *Вентцель Е. С.* Исследование операций: Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. — М.: КноРус, 2014.
5. *Власов М. П.* Моделирование экономических процессов: учебник / М. П. Власов. — Ростов н/Д: Феникс, 2005.
6. *Оуэн Г.* Теория игр / Г. Оуэн. — М.: ЛКИ, 2010.
7. *Далингер В. А.* Методика обучения геометрии посредством решения задач: учебное пособие для бакалавриата / В. А. Далингер. — М.: Юрайт, 2018.
8. *Дубина И. Н.* Основы математического моделирования социально-экономических процессов: учебник и практикум / И. Н. Дубина. — М.: Юрайт, 2016.
9. *Думная Н.* Экономика: учебное пособие / Н. Думная. — М.: КноРус, 2016.
10. *Замков О. О.* Математические методы в экономике / О. О. Замков, А. В. Толстопятов, Ю. А. Черемных. — М.: Дело и Сервис, 2001.
11. *Интрилигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интрилигатор. — М.: Айрис-Пресс, 2002.
12. *Астафьева В. В.* Компьютерное моделирование в России / В. В. Астафьева // Молодой учёный. — 2016. — № 21. — С. 747—750.
13. *Канторович Л. В.* Математико-экономические работы / Л. В. Канторович. — Новосибирск: Наука, 2011.
14. Количественные методы разработки и принятия решений в менеджменте. Компьютерное моделирование в Microsoft Excel. Практикум: учебное пособие. — М.: Ленанд, 2018.
15. *Королёв А. В.* Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Королёв. — М.: Юрайт, 2018. *Красс М. С.* Математика в экономике: Математические методы и модели: учебник для бакалавров / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов; под ред. М. С. Красса. — М.: Юрайт, 2013.
16. *Лихтенштейн В. Е.* Экономико-математическое моделирование. Менеджерам. Экономистам. Маркетологам. Исследователям. Аналитикам: учебное пособие / В. Е. Лихтенштейн. — М.: Приор, 2011.
17. *Моисеев Н. Н.* Люди и кибернетика / Н. Н. Моисеев. — М.: Молодая гвардия, 1984.
18. *Моисеев Н. Н.* Математика ставит эксперимент / Н. Н. Моисеев. — М.: Наука, 1979.
19. Математика в экономике: учебник: в 3 ч. / А. С. Солодовников, В. А. Бабайцев, А. В. Браилов. — М.: Финансы и статистика, 2008.
20. Математическая составляющая / ред.-сост. Н. Н. Андреев, С. П. Коновалов, Н. М. Панюнин. — М.: Фонд «Математические этюды», 2015.
21. Методы оптимальных решений (экономико-математические методы и модели): учебное пособие / под ред. С. Макарова. — М.: КноРус, 2019.
22. Моделирование систем и процессов: учебник / под ред. Н. В. Волковой, В. Н. Козлова. — М.: Юрайт, 2015.

23. Моделирование экономических процессов: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / под ред. М. В. Грачёвой, Л. Н. Фадеевой, Ю. Н. Черемных. — М.: Юнити-Дана, 2005.
24. *Надеждин Е. Н.* Математические методы и модели в экономике: учебное пособие для студентов экономических специальностей / Е. Н. Надеждин, Е. Е. Смирнова, В. С. Варзаков. — Тула: Институт экономики и управления, 2011.
25. *Новиков А. И.* Экономико-математические методы и модели / А. И. Новиков. — М.: «Дашков и К», 2017.
26. *Орлова И. В.* Экономико-математическое моделирование: практическое пособие по решению задач в Excel / И. В. Орлова, М. Г. Бич. — М.: Вузовский учебник, 2018.
27. *Павлидис В. Д.* Практикум по экономико-математическим методам / В. Д. Павлидис, М. В. Чкалова. — М.: Омега-Л, 2014.
28. *Попов А. М.* Экономико-математические методы и модели: учебник для прикладного бакалавриата / А. М. Попов, В. Н. Сотников. — М.: Юрайт, 2017.
29. *Самарский А. А.* Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский. — М.: Физматлит, 2005.
30. *Светлов Н. М.* Альбом наглядных пособий по экономико-математическому моделированию: учебное пособие для студентов бакалавриата по направлению «Менеджмент» / Н. М. Светлов. — М.: РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева, 2008.
31. *Трусов П. В.* Введение в математическое моделирование: учебное пособие / П. В. Трусов. — М.: Логос, 2016.
32. *Федосеев В.* Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда: учебное пособие / В. Федосеев. — М.: Инфра-М, 2015.
33. *Хижняк А. Н.* Основы эффективного менеджмента: учебное пособие / А. Н. Хижняк, И. Е. Светлов. — М.: Инфра-М, 2015.
34. *Шикин Е. В.* Математические методы и модели в управлении: учебное пособие для вузов / Е. В. Шикин, А. Г. Чхартишвили. — М.: КДУ, 2013.
35. Экономико-математические методы в примерах и задачах: учебное пособие / под ред. А. Гармаш. — М.: Вузовский учебник, 2014.
36. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учебное пособие / авт.-сост. И. В. Орлова, В. А. Половников. — М.: Вузовский учебник, 2018.