

таллическом коробе. На выходе у наружной стены оставить запас кабелей для дальнейшего подключения к видеокамерам, установленным на опорах освещения.

Для обеспечения просмотра видеoinформации в помещении АТС (помещение с расположением оборудования видеонаблюдения) требуется установить персональный компьютер (сервер), 2 монитора, универсальную клавиатуру типа KBD-UNIVERSAL. На месте дежурного (вахтера) во 2-м пусковом комплексе будет предусмотрено аналогичное оборудование.

Необходимое питание видеокамер на 230 В предусматривается в комплекте электроснабжения.

Заключение. В результате применения методов визуального контроля ситуаций, а также анализа проекта системы видеонаблюдения концертного зала “Витебск” с целью принятия мер по пресечению противоправных действий, выработаны рекомендации по его модернизации и оптимизации.

1. Пескин, А.Е. Системы видеонаблюдения. Основы построения, проектирования и эксплуатации. – М.: Горячая линия - Телеком, 2013. – 256 с.
2. Гонта, А.С. Проектирование систем видеонаблюдения высокой четкости. Москва, 2014. –40 с.

РАЗРАБОТКА JAVA-БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ ТЕОРИИ ГРУПП

Тихонов И.Д.,

магистрант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Семенов М.Г., канд. физ.-мат. наук

Теория групп – это раздел общей алгебры, который изучает алгебраические структуры, известные как группы, и свойства этих структур. Концепция группы является центральной в алгебре: другие известные алгебраические структуры, такие как кольца, поля и векторные пространства, можно рассматривать как группы, наделенные дополнительными операциями и аксиомами. Методы теории групп оказали влияние на многие части алгебры. Линейные алгебраические группы и группы Ли являются двумя ветвями теории групп, которые пережили прогресс и стали предметными областями сами по себе.

Группа – это множество G произвольной природы, на котором задана бинарная алгебраическая операция $*$. Чтобы квалифицироваться как группа, набор и операция $(G, *)$ должны удовлетворять требованиям, известным как групповые аксиомы: ассоциативность:

- *ассоциативность:* $\forall \forall (a, b, c \in G): (a * b) * c = a * (b * c);$
- *наличие нейтрального элемента:* $\exists e \in G, \forall a \in G: e * a = a * e = a;$
- *наличие обратного элемента:* $\forall a \in G, \exists a^{-1} \in G: a * a^{-1} = a^{-1} * a = e.$

Вычислительная теория групп - это изучение групп с помощью компьютеров. Она занимается разработкой и анализом алгоритмов и структур данных для вычисления информации о группах. Тема вызвала интерес, потому что для многих интересных групп нецелесообразно выполнять вычисления вручную.

Различные физические системы, такие как кристаллы или атомы водорода, могут моделироваться группами симметрии. Таким образом, теория групп и тесно связанная теория представлений имеют много важных приложений в физике, химии и материаловедении. Теория групп также занимает центральное место в криптографии с открытым ключом.

Основные задачи, решаемые с помощью теории групп: классификация собственных чисел и собственных функций гамильтониана с помощью неприводимых представлений его группы симметрии, установление правил отбора, исследование расщепления вырожденных состояний под влиянием малых возмущений.

На данный момент не существует свободно распространяемой библиотеки на Java для работы с теорией групп. Для работы в этой области хорошо подходит система компьютерной алгебры GAP и Maple, но их функционал нельзя использовать за пределами этих систем.

Цель исследования – разработать программное обеспечение для работы с элементами теории групп.

Материал и методы. Для создания ПО использовалась программа IntelliJ IDEA 19.2.2 и Java 1.8. Были применены шаблоны проектирования, принципы объектно-ориентированного программирования и накопленный опыт в этой области. Использовались следующие методы исследования: теоретические – изучение литературных источников по теме исследования; практические – реализация библиотеки.

Результаты и их обсуждение. Разрабатываемая библиотека позволяет моделировать различные элементы теории групп на языке программирования Java. Программа предоставляет удобный интерфейс для разработчиков и документацию к нему.

Программа позволяет:

- определять собственные конечные группы;
- определять собственные виды элементов и операцию над ними;

- работать с уже имеющейся группой перестановок;
- определять основные характеристики группы и ее элементов;
- получить все подгруппы заданной конечной группы;

Так, например, для определения своей конечной группы необходимо наследоваться от следующего интерфейса:

Листинг 1 – Интерфейс Element

```
public interface Element<T> {
    //определение бинарной алгебраической операции
    public T apply(T element);

    //определение эквивалентности элементов
    public boolean isEqual(T element);
}
```

Далее, с помощью одного из методов класса Groups, можно определить новую группу из порождающего множества элементов:

Листинг 2 – Часть класса Groups

```
public class Groups {
    //создание группы из мн-ва порождающих элементов
    public static Group getGroup(Element... elements);

    ...
}
```

Теперь нам становятся доступны различные операции и свойства группы, вот некоторые из них:

Листинг 3 – Часть класса Group

```
public class Group<T extends Element> {
    //получить список элементов
    public List getElements();

    //получить элемент по его номеру pos
    public T getElement(int pos);

    //получить случайный элемент
    public T getRandomElement();

    //получить количество элементов
    public int getSize();

    //получить нейтральный элемент
    public T getNeutralElement();

    //получить элемент, обратный элементу element
    public T getInverseElement(T element);

    //получить порядок элемента element
    public int getOrder(T element);

    //получить экспоненту группы
    public int getExponent();

    //является ли группа коммутативной
    public boolean isCommutative();

    //является ли группа циклической
    public boolean isCyclic();

    //является ли группа тривиальной
    public boolean isTrivial();
```

```

//получить коммутант
public Group<T> getCommutatorSubgroup();

//является ли группа разрешимой
public boolean isSolvable();

//получить таблицу Кэли для элементов
public T[][] getCayleyTable();

//получить класс сопряженности для элемента element
public List<T> getConjugacyClass(T element);

//получить стабилизатор элемента element
public Group<T> getStabilizer(T element);

//получить список всех подгрупп
public List<Group<T>> getAllSubgroups();

//получить норму подгруппы
public List<T> getNorm();

//получить все перестановочные с element элементы
public List<T> getPermutationElements(T element);
}

```

Заключение. В результате исследования был разработан интерфейс взаимодействия с библиотекой для работы с элементами теории групп. Материалы проведенного исследования могут применяться при использовании теории групп в java-приложениях.

ИНВАРИАНТНЫЕ ПОДПРОСТРАНСТВА ОДНОГО СПЕЦИАЛЬНОГО КЛАССА ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Черных В.В.,

студентка 3 курса ВГУ имени П.М. Машиерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Подоксёнов М.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

При исследовании автоизометрий (автоморфизмов алгебры Ли, сохраняющих скалярное произведение) используются два специальных класса преобразований, образующих однопараметрические группы преобразований.

Цель работы – найти все двумерные инвариантные подпространства рассматриваемых преобразований.

Материал и методы. Рассматривается четырёхмерная алгебра Ли, с лоренцевым скалярным произведением. Используются методы линейной алгебры.

Результаты и их обсуждение. Риманово или лоренцево многообразие (M, g) называется самоподобным, если оно допускает однопараметрическую группу подобий. Пусть рассматриваемое многообразие G представляет связную односвязную группу Ли, а $\mathfrak{g}$ – соответствующая ей алгебра Ли. Для того, чтобы найти все левоинвариантные лоренцевы метрики на группе Ли G , при которых она является самоподобным многообразием, необходимо сначала решить следующую задачу. Пусть в алгебре Ли $\mathfrak{g}$, задано лоренцево скалярное произведение. Требуется найти все однопараметрические группы автоподобий $h_t: G \rightarrow G$, т.е. подобий, сохраняющих операцию скобки Ли.

Пусть рассматриваемая алгебра Ли четырёхмерна. Согласно [1] любая однопараметрическая группа подобий h_t пространства G в подходящем базисе (e_1, e_2, e_3, e_4) задаётся одной из матриц $H_1(t) = e^{ut}F_1(t)$ или $H_2(t) = e^{ut}F_2(t)$, где

$$F_1(t) = \begin{pmatrix} e^{vt} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{-vt} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos t & -\sin t \\ 0 & 0 & \sin t & \cos t \end{pmatrix}, \quad (1) \quad F_2(t) = \begin{pmatrix} 1 & t & t^2/2 & 0 \\ 0 & 1 & t & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

$t \in \mathbf{R}$, $v \geq 0$. При этом матрица Грама базиса (e_1, e_2, e_3, e_4) имеет соответственно вид