

Государственное учреждение образования  
«Лицей №1 г. Лиды»

# Использование инсоляционного потенциала местности для определения стратегии развития города Лида



г. Лида  
2020 г.

# **Использование инсоляционного потенциала местности для определения стратегии развития города Лида**

Работу выполнили:  
Андреенко Арина Валентиновна,  
Воропай Матвей,  
Апуневич Павел  
учащиеся XI класса  
Государственного учреждения  
образования «Лицей №1 г.Лиды»

Руководитель:  
Пранюк Людмила Васильевна,  
учитель информатики  
высшей категории  
Государственного учреждения  
образования «Лицей №1 г.Лиды»

г. Лида  
2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4 стр</b>
<b>ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>	
1.1 Энергия Солнца .....	5 стр
1.2 Видимое годовое движение Солнца .....	6 стр
1.3 Инсоляция местности .....	7 стр
<b>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
2.1 Расчет суммарного солнечного потока на поверхность.....	8 стр
2.2 Моделирование инсоляционного потенциала поверхности .....	10 стр
2.3 Компьютерная реализация модели оценки ресурсов поверхности.	11 стр
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>12 стр</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>13 стр</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>14 стр</b>

## Введение

Основным источником энергии для нашей планеты является солнечная энергия. Именно Солнце является прародителем всех основных энергетических ресурсов, используемых человечеством - Солнце нагревает атмосферу и поверхность Земли, благодаря чему дуют ветры, перемещаются массы воды, развиваются растения, образуются органические виды топлива.

Одно из необходимых для здоровой жизни условий — солнечный свет. Без него человеку не просто грустно: солнечные лучи прямо влияют на наш метаболизм, кровообращение, работу нервной системы. Забывать о настроении тоже не стоит: дневной свет уже давно применяется в терапии нарушений сна и сезонной депрессии. Поэтому человек давно и уверенно использует энергию Солнца в своих целях. Ведь Солнце – неисчерпаемый источник энергии.

Учёные со всего мира уже не в первый раз доказывают, что использование солнца в быту – отличный вариант получения альтернативной энергии, которая доступна каждому, а эффективность такого метода очень высока.

Знакомый эксперимент с детства: ладошкой коснуться поверхности, на которую падают солнечные лучи. Таким образом, мы узнавали, что темная поверхность нагревается сильнее, чем светлая, поэтому для лета предпочтительнее оказывается одежда светлых тонов.

Если продолжить эксперимент, то можно обнаружить, что вертикальная стена здания нагревается намного меньше, чем, например, пандус лестницы у подъезда. Что обуславливает такую разницу температур поверхности при одинаковом падающем солнечном потоке?

А что если в качестве исследуемой площади использовать поверхность какой-нибудь местности на карте? Возможно, рельефные особенности местности использовать для определения энергетических перспектив целого города. Такова гипотеза нашего проекта. Это вопрос подтолкнул нас провести исследование, цель которого: выяснить, как распределяется количество солнечной энергии на поверхности нашего города. Для себя мы обозначили ряд задач, которые необходимо было выполнить: произвести оценку рельефа города, а затем получить карту энергетического потенциала поверхности города Лиды

# ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Энергия Солнца

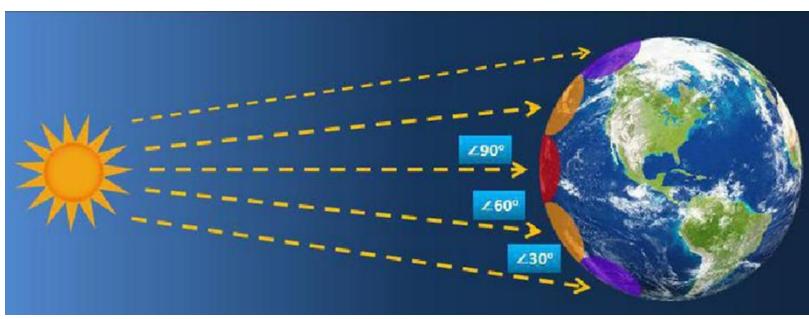
Звезды - очень массивные космические тела, излучающие свет. Они образуются из газов и пыли, в результате гравитационного сжатия. Внутри звезд находится плотное ядро, в котором происходят ядерные реакции. Они и способствуют свечению звезд. Основными характеристиками светил являются спектр, размер, блеск, светимость, внутренняя структура. Все эти параметры зависят от массы конкретной звезды и её химического состава.

Главными «конструкторами» этих небесных тел являются гелий и водород. Во внутренних областях звезды обстановка очень «горячая». Температура в них доходит до нескольких миллионов кельвинов. Здесь идут непрерывные реакции, в которых водород превращается в гелий. На поверхности температура намного ниже и доходит только до нескольких тысяч кельвинов.

Наше Солнце – это огромный светящийся газовый шар, внутри которого протекают сложные процессы и в результате непрерывно выделяется энергия. Энергия Солнца является источником жизни на нашей планете. Солнце нагревает атмосферу и поверхность Земли.

В недрах Солнца непрерывно протекают термоядерные реакции, сопровождающиеся выбросами энергии. Светимостью же называют физическую величину, которая отражает, сколько именно энергии производит небесное тело за определенное время

Истинной характеристикой мощности излучения звезды служит её светимость, т. е. полная энергия, которую излучает звезда в единицу времени. Светимость в астрономии – полная энергия, излучаемая астрономическим объектом (планетой, звездой, галактикой и т. п.) в единицу времени. Измеряется в абсолютных единицах: ваттах (Вт) – в Международной системе единиц



Светимость Солнца, или полное количество энергии, излучаемое Солнцем по всем направлениям в единицу времени, равно  $3.8 \cdot 10^{26}$  Вт.

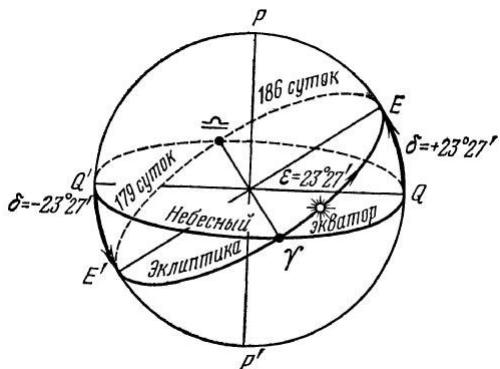
Для того, чтобы определить точное

количество излучения, которое наша звезда отдает каждую секунду, необходимо измерить сначала солнечную постоянную. Это количество солнечного излучения, попадающее за 1 секунду на поставленную перпендикулярно к солнечным лучам площадку в  $1 \text{ м}^2$ , расположенную на среднем расстоянии Земли от своей звезды. Величина, называемая солнечной постоянной, имеет значение равное  $1370 \text{ Вт/м}^2$

## 1.2 Видимое движение Солнца

Наблюдение движения Солнца можно выразить двумя особенностями: годовым и суточным.

*Годовое движение.* Большой круг на небесной сфере, по которому происходит видимое годовое движение Солнца, называется эклиптикой.



Эклиптика пересекается с небесным экватором в двух точках, которые называются точками весеннего и осеннего равноденствий. Солнце в этих точках соответственно бывает 21 марта и 23 сентября. Точки весеннего и осеннего равноденствия – места пересечения экватора и плоскости эклиптики

Точки эклиптики, отстоящие от точек равноденствий на  $90^\circ$ , называются точками солнцестояний. В точке летнего солнцестояния Солнце бывает 22 июня, а в точке зимнего солнцестояния — 22 декабря.

Годовое движение Солнца по эклиптике описывается его экваториальными координатами (склонением и прямым восхождением). Такое движение приводит к их непрерывному изменению, в частности, изменение склонения ( $\delta$ ), можно рассчитать из следующего выражения:

$$\delta = 23,45 * \sin\left(360 * \frac{n-81}{365}\right) \quad , \text{ где:}$$

$n$  – номер дня в году.

В течение года склонение Солнца изменяется от  $+23^\circ 26'$  до  $-23^\circ 26'$ , переходя два раза в год через ноль.

*Суточное движение.* Еще один способ следить за перемещением нашей звезды на небе – это вычисление ее горизонтальных координат: высоты и азимута, а также часового угла

Азимутом светила называется дуга математического горизонта от точки юга до вертикального круга светила. Азимут отсчитывается в сторону суточного вращения небесной сферы, то есть к западу от точки юга, в пределах от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

Высота Солнца над горизонтом – величина непостоянная. В течение дня из-за вращения Земли она проходит путь от 0 до  $90^\circ$  градусов и обратно через фазы восхода, зенита и заката. Высота солнца ( $h$ ) над горизонтом зависит от географической широты местности и определяется из выражения:

$$h = 90^\circ - \phi + \delta \quad , \text{ где}$$

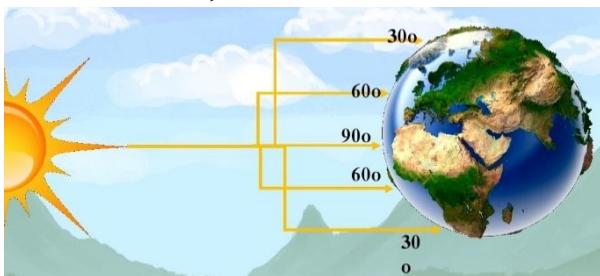
$\phi$  – широта местности.

Часовой угол  $t$  – угол между кругом склонения звезды и меридианом наблюдателя. Эта величина характеризует угол поворота Земли вокруг оси. В полдень, момент верхней кульминации Солнца, часовой угол равен 0 ч., в полночь, момент нижней кульминации – 12 ч.

### 1.3 Инсоляция местности

Солнечные лучи несут к поверхности Земли тепло и свет. Сама по себе солнечная радиация не имеет температуры, однако, соприкоснувшись с земным веществом, она превращается в привычное для нас тепло.

Инсоляция — облучение поверхностей солнечным светом (солнечной радиацией), поток солнечной радиации на поверхность. Повсюду во всех местах - отправимся ли мы на юг или на север - нас будет сопровождать солнечный свет. Однако, находясь в северных широтах, мы сразу заметим, что солнце хоть и светит чрезвычайно ярко, но совершенно не греет; а на черноморских или средиземноморских курортах долгое нахождение под солнцем без головного убора чревато неприятностями - можно получить солнечный удар. Отсюда возникает вопрос: если солнечный свет есть везде, то почему же одни части Земли избалованы солнечным теплом, а другие - обделены им, а то и вовсе лишены?..



Всё дело в том, что Земля имеет шарообразную форму. Из-за этого солнечные лучи вынуждены падать на земную поверхность под разным углом – от 0 до 90 градусов. Интенсивность солнечного излучения зависит от множества факторов: географической широты, угла наклона приемной поверхности по отношению к Солнцу, местного климата, облачности, запыленности воздуха, высоты над уровнем моря, сезона года и времени суток.

Солнечная радиация — это солнечное излучение в целом. Попадая в атмосферу, солнечная радиация частично ею поглощается и переходит в другие виды энергии. Часть радиации атмосфера рассеивает во все стороны, в том числе и к земной поверхности — так образуется рассеянная радиация ( $Q_{\text{рас}}$ ). Та радиация, которая доходит до поверхности, не рассеиваясь и не поглощаясь в атмосфере, называется прямой радиацией ( $Q_{\text{пад}}$ ). Интенсивность этого излучения меняется в зависимости от высоты Солнца и прозрачности атмосферы. Земная поверхность нагревается, и сама излучает тепло в атмосферу – это отраженная радиация ( $Q_{\text{отр}}$ ). Нижние слои атмосферы в значительной мере задерживают земное излучение. Поглощенная земной поверхностью радиация расходуется на нагрев почвы, воздуха, воды.

Вместе прямая, рассеянная радиация, достигшие поверхности Земли, составляют суммарную радиацию. Та часть суммарной радиации, которая остается после отражения и теплового излучения земной поверхности, называется радиационным балансом. Радиационный баланс земной поверхности меняется в течение суток и по сезонам года. Уравнение радиационного баланса:

$$Q = Q_{\text{пад}} + Q_{\text{рас}} + Q_{\text{отр}}, \quad (3)$$

## ГЛАВА 2. Материал и методы исследования

### 2.1 Расчет суммарного солнечного потока на поверхность



Доказано, чем больше угол падения лучей Солнца, тем больше нагревается земная поверхность. Этим и объясняется разница между климатом севера и юга.

Количество солнечной радиации, которая поступает на произвольно ориентированную в пространстве поверхность, определим из

выражения:

$$Q_{\text{падающая}} = Q_{\perp} * \cos \alpha, \quad (4) \text{ где:}$$

(5)  $Q_{\perp}$  - максимальный энергетический поток на ортогональную поверхность  
(5)

$\alpha$  - угол падения прямого солнечного излучения (6)

$$Q_{\perp} = \frac{Q_0 * \sin \beta}{\sin \beta + c}, \quad (5) \text{ где:}$$

$Q_0$  – солнечная постоянная ( $1370 \text{ Вт}/\text{м}^2$ )

$\beta$  - угол падения лучей на поверхность

$C$ - показатель прозрачности атмосферы

$$\cos \alpha = \sin \beta (\cos \delta \sin \varphi \cos A \cos \omega + \sin A \sin \omega - \sin \delta \cos \varphi \cos A) + \cos \beta (\cos \delta \cos \varphi \cos \omega + \sin \delta \sin \varphi), \quad (6) \text{ где:}$$

$A$  - азимут Солнца

$\omega$  - часовой угол Солнца

$\varphi$ -географическая широта местности

$\delta$  - склонение Солнца

При проведении исследования нами было принято следующее упрощение: расчет потока солнечного излучения проводился для момента максимального его значения, когда Солнце находится в положении верхней кульминации, т.е. в полдень. Азимут Солнца в верхней кульминации, в направлении на Юг равен  $0^\circ$ , часовой угол Солнца для этого момента т.е. в полдень равен  $0$  ч. Таким образом, угол падения прямого солнечного излучения окончательно найдем из выражения:

$$\cos \alpha = \sin \beta (\cos \delta \sin \varphi - \sin \delta \cos \varphi) + \cos \beta (\cos \delta \cos \varphi + \sin \delta \sin \varphi), \quad (7)$$

Далее, необходимо выполнить расчет рассеянной солнечной радиации, поступающей на наклонную поверхность:

$$Q_{\text{расc}} = Q_{\text{расc}\perp} * (0,55 + 0,434 * \cos \alpha + 0,313 * (\cos \alpha)^2), \quad (8) \text{ где:}$$

$Q_{\text{расc}\perp}$  - поток рассеянной солнечной радиации на горизонтальную поверхность

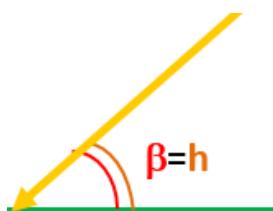
$$Q_{\text{расc}\perp} = \frac{1}{3} \left( S_0 - \frac{S_0 \sin h}{\sin h + c} \right) \sin h, \quad (9)$$

Величиной, входящей в уравнение радиационного баланса как отраженная радиация ( $Q_{\text{отр}}$ ) с учетом отсутствия особых отражательных поверхностей таких как море, горы, песок – можно пренебречь.

## 2.2 Моделирование инсоляционного потенциала поверхности

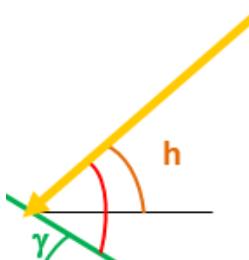
Для проведения исследования нами был рассмотрен участок земной поверхности, на которой расположен город Лида. На карте город расположен в ориентации Север-Юг. Значение широты для крайних точек находится в интервале от 53,86° до 53,95°

Рельефные условия в пределах территории города неодинаковые, а значит



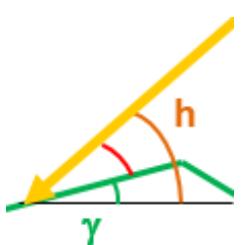
угол падения солнечных лучей ( $\beta$ ) на каждом участке будет разным.

Если солнечные лучи падают на горизонтальную площадку, то угол падения солнечных лучей ( $\beta$ ) равен высоте Солнца ( $h$ )



Если лучи Солнца освещают подъемную часть склона, угол наклона которого ( $\gamma$ ), то значение угла падения солнечных лучей ( $\beta$ ) найдем из выражения:

$$\beta = h + \gamma, (10)$$

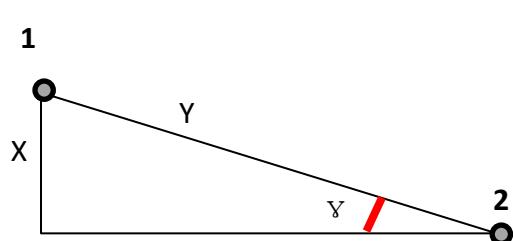


Если лучи Солнца падают на обратную сторону склона, на спуск, то значение угла падения солнечных лучей ( $\beta$ ) найдем из выражения:

$$\beta = h - \gamma, (11)$$

Следующим этапом стал расчет угла наклона поверхности ( $\gamma$ ). Значение угла наклона поверхности из-за перепада высоты

на участке найдем из прямоугольного треугольника. Мы использовали следующее уточнение:

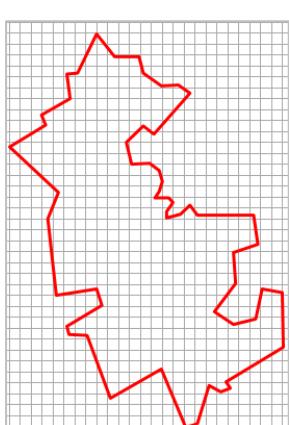


если  $\gamma$  — малый угол, измеренный в радианах, то  $\sin \gamma \approx \gamma$

$$\sin \gamma = \frac{X}{Y}, (12) \text{ где:}$$

$X$  — перепад высот местности между точками 1-2

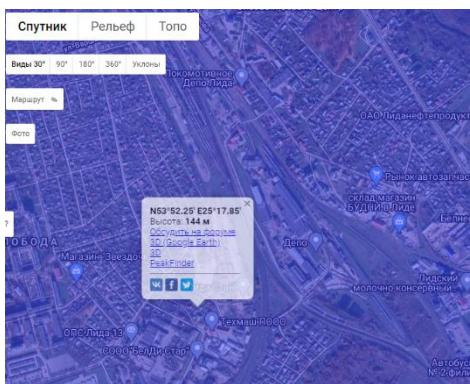
$Y$  — расстояние между точками 1-2 на карте.



Для получения необходимых данных и их последующей обработки с помощью компьютера была проведена работа с картой города Лиды. Всю поверхность мы разбили всю карту на 630 участков: каждый из 70 квадрат карты на 9 участков.

## 2.3 Компьютерная реализация модели оценки ресурсов поверхности

В сети Интернет много ресурсов, которые можно использовать для решения различных практических задач, в том числе для работы с картами местности. В своей работе мы использовали интерактивный ресурс «Карта для определения высоты местности и профиля высот»



Для вех 630 участков на карте были получены значения перепадов высоты над уровнем моря на северной и южной границах участков. Мы рассматривали ситуацию освещения поверхности Солнцем в момент его верхней кульминации т.е. расположения на Юге.

Все данные, полученные с помощью карты мы занесли в текстовый файл, который был использован в специально разработанной компьютерной программе.

Разработанная в среде C++ программа, произвела расчет для каждого из 630 участков карты необходимых величин, в числе которых:

$X$  – перепад высот местности между северной и южной границами участка

$\gamma$  - угол наклона поверхности

$h$  - высота Солнца

$\beta$  - угол падения солнечных лучей на поверхность

$\Phi$ -географическая широта местности

$\delta$  - склонение Солнца

$\alpha$  -угол падения прямого солнечного излучения

$Q_{\perp}$  - максимальный энергетический поток на ортогональную поверхность

$Q_{\text{ расс}}$  - рассеянная солнечная радиация, поступающая на наклонную поверхность

$Q_{\text{ расс} \perp}$  - поток рассеянной солнечной радиации на горизонтальную поверхность

$Q$  - суммарный солнечный поток, падающий на поверхность.

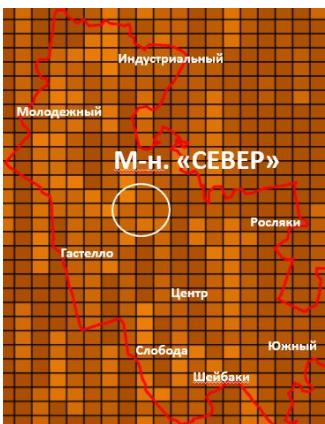
Для визуализации полученных результатов была составлена еще одна программа. Итогом работы программы стали карты, отображающие инсоляционный потенциал местности на каждый из сезонов года. Были построены карты для следующих положений Солнца: 21 марта - 80 день в году; 22 июня n=173; 23 сентября n=266; 22 декабря n=355.

Итого.txt - Блокнот								
Файл	Правка	Вид	Настройки	Справка				
кв	широта	солнце	наклон	α лучей	Q_пад.	Q_ расс	Q_ общ	
x1	53.8602	59.58785	59.58785	0.87313	616.83513	222.70591	839.541	
x1	53.8639	59.58415	59.58415	0.87319	616.86828	222.7136	839.581	
x1	53.8652	59.58285	59.58285	0.87321	616.87992	222.7163	839.596	
x1	53.8655	59.57895	59.57895	0.87329	616.87759	222.72502	839.642	
x1	53.8671	59.57751	59.57751	0.87331	616.89235	222.72585	839.705	
x1	53.8766	59.57415	59.57415	0.87341	616.90105	222.72996	839.724	
x1	53.8781	59.56925	59.56925	0.87345	617.00163	222.74452	839.746	
x1	53.8832	59.56485	59.56485	0.87352	617.04097	222.75364	839.794	
x1	53.8855	59.56255	59.56255	0.87356	617.06152	222.75841	839.819	
x1	53.8873	59.56075	59.56075	0.87359	617.0776	222.76213	839.839	
x1	53.8887	59.55855	59.55855	0.87362	617.09336	222.77086	839.869	
x1	53.8898	59.55635	59.55635	0.87366	617.11759	222.77859	839.911	
x1	53.8902	59.55415	59.55415	0.87369	617.13355	222.78639	839.957	
x1	53.8962	59.55185	59.55185	0.87374	617.15708	222.78056	839.937	
x1	53.9009	59.54715	59.54715	0.87382	617.19092	222.79028	839.989	
x1	53.9032	59.54475	59.54475	0.87386	617.22042	222.79524	840.015	
x1	53.9057	59.54235	59.54235	0.8739	617.24182	222.8002	840.0420	
x1	53.9104	59.53765	59.53765	0.87398	617.28372	222.8096	840.093	
x1	53.9134	59.53339	59.53339	0.87402	617.32432	222.81464	840.1118	
x1	53.91446	59.53009	59.53009	0.87406	617.38473	222.81851	840.127	
x1	53.9221	59.52705	59.52705	0.87435	617.44161	222.84231	840.283	
x1	53.9228	59.52525	59.52525	0.87438	617.45761	222.84589	840.303	
x1	53.924	59.52405	59.52405	0.87421	617.40482	222.83798	840.242	
x1	53.9294	59.51865	59.51865	0.8743	617.45284	222.84931	840.301	
x1	53.9307	59.51735	59.51735	0.87433	617.46444	222.8518	840.3162	
x1	53.932	59.51605	59.51605	0.87435	617.47596	222.85448	840.330	
x1	53.9342	59.51385	59.51385	0.87439	617.49352	222.85901	840.354	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

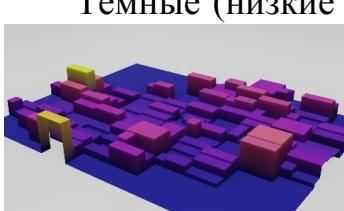
Анализируя результаты визуального представления распределения солнечной энергии по поверхности нашего города, мы отчетливо видим, что разные участки местности имеют разный солнечный потенциал.

Учет неоднородности инсоляционного потенциала позволит решать стратегические задачи ландшафтного развития города.



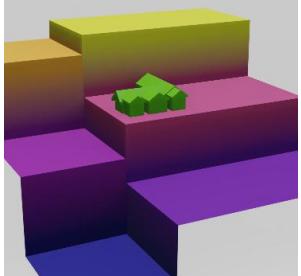
Например, при планировании застроек новых микрорайонов. По нашей карте видно, что планируемая застройка микрорайона «Север» находится на территории, которые на построенной модели отмечены более светлыми фрагментами, а значит являются более выгодными в энергетическом выражении участках. Для домов, которые здесь будут заложены, не нужно закладывать в проект дополнительные утепляющие материалы. Солнечная энергия будет обеспечивать дополнительный обогрев. Такие выводы могут быть использованы при выборе материалов для строительства,

а значит стоимости жилья.



Темные (низкие на 3D карте) участки на модели для строительства жилья не очень подходят, зато на таких участках лучше использовать приемы ландшафтного дизайна для разбивки тенистых парков, зон отдыха. И таких участков в нашем городе можно найти в каждом микрорайоне или, возможно, обустроить парк в формате общегородского.

Места для закладки новых лесных массивов в районе города также можно проводить с учетом пожароопасной перспективы.



Более детальный анализ расположения нашего учреждения образования лицея №1 на карте показал, что инсоляционный потенциал на участке застройки можно охарактеризовать как «средний». Южная сторона участка имеет более низкий инсоляционный потенциал, а значит «расширение» контуров помещения, т.е. пристройка в северном направлении предпочтительнее – солнечное освещение там будет лучше.

Таким образом, можно сказать, что солнечная радиация и частично определяющий ее рельеф земной поверхности являются одними из важнейших ландшафт образующих факторов. Наша гипотеза нашла подтверждение.

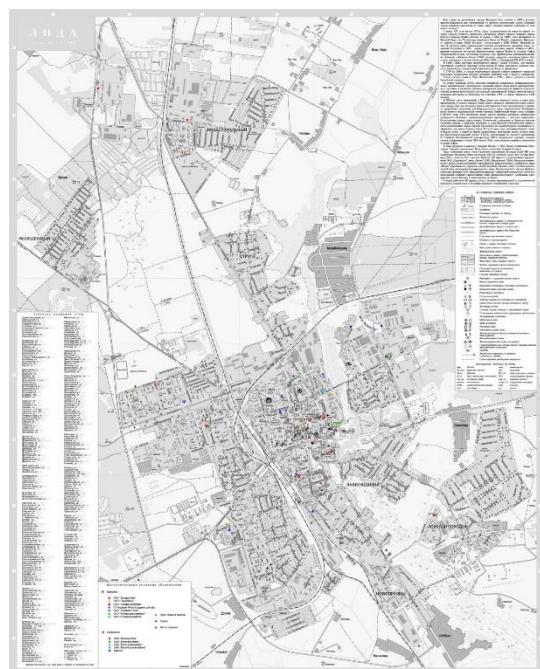
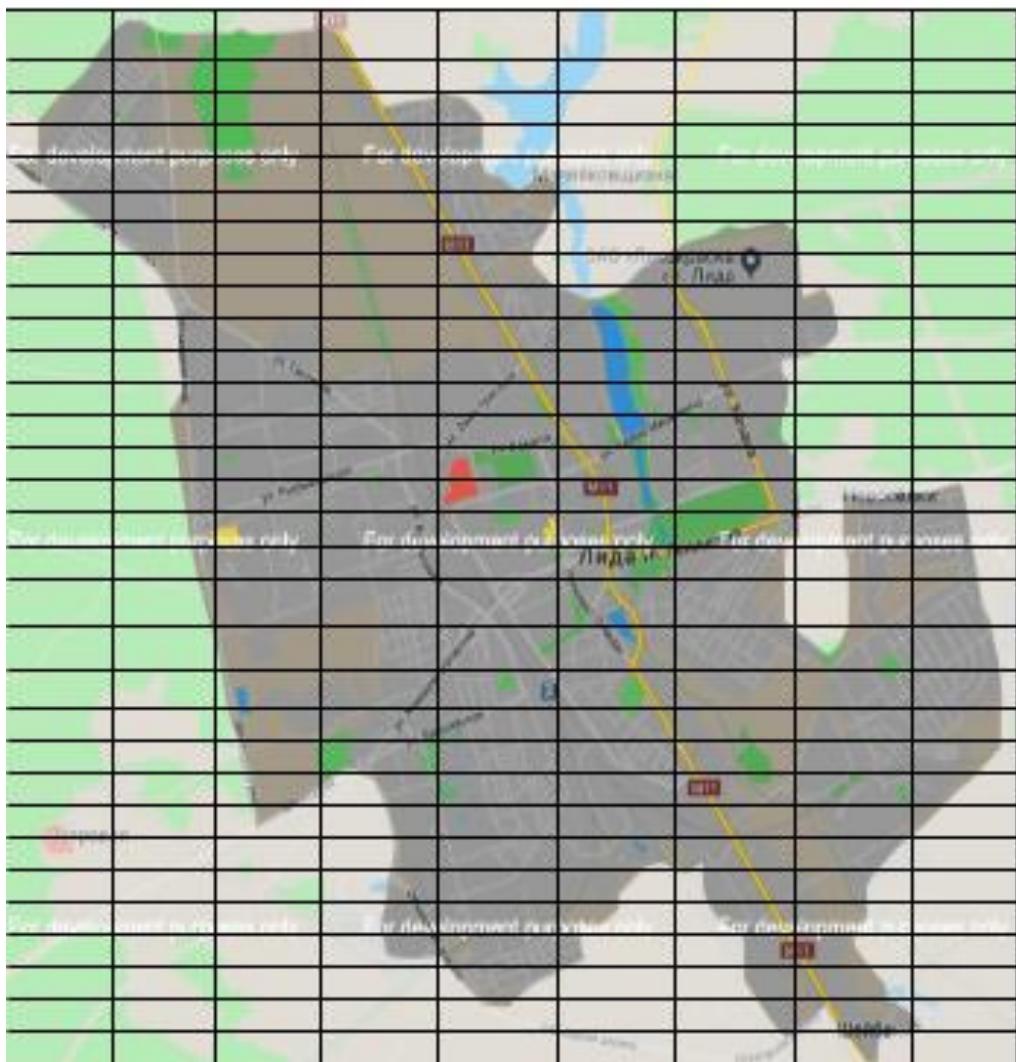
Ввиду ключевой роли, которую играет инсоляция земной поверхности в жизни нашей планеты, возможность моделирования данного процесса имеет особое значение и поэтому может быть с успехом применена при решении различных прикладных задач.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Кидрук М.И. Расчет потока солнечной радиации URL: <http://progress21.com.ua/ru/news/energosbergayushchie-tehnologii-v-ukraine/item/330-raschet-potoka-solnechnoj-radiatsii> (дата обращения: 20.03.2020)
2. Киселева С.В., Чернова Н.И. Возобновляемые источники энергии: экологогеографический анализ и дистанционные методы определения гелиоресурсов территории России // Государственный геологический музей им. В.И.Вернадского РАН. URL: <http://test.sgm.ru/?q=ru/node/212> (дата обращения: 20.03.2020).
3. Кондратьев К.Я. Радиационный режим наклонных поверхностей. / К.Я. Кондратьев - Л.: Гидрометеоиздат - 1978.- 232 с.
4. Щербаков В.М. Оценка и картографирование радиационного эффекта рельефа / В.М Щербаков.- Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер.7. Геология, география.- 1993.- Вып.3. С.143–146.

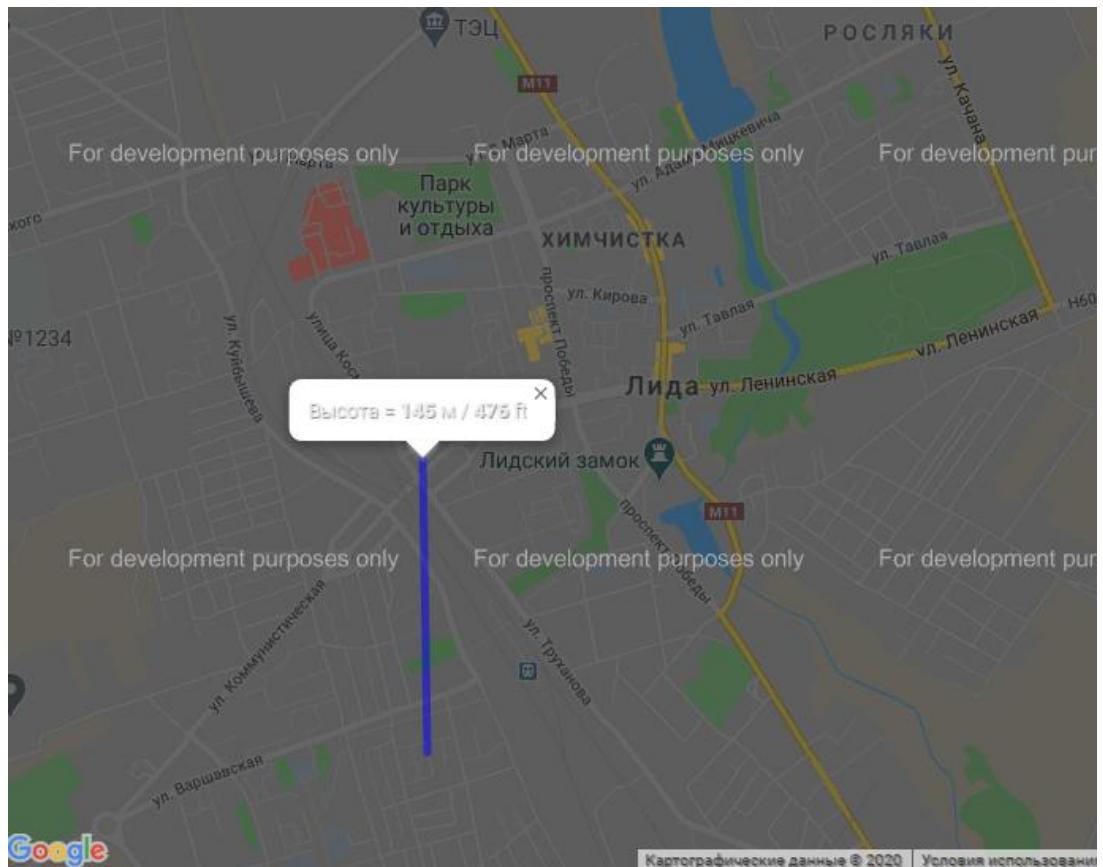
## Приложение 1

Фрагмент карты г.Лиды, разбивка на участки для исследования

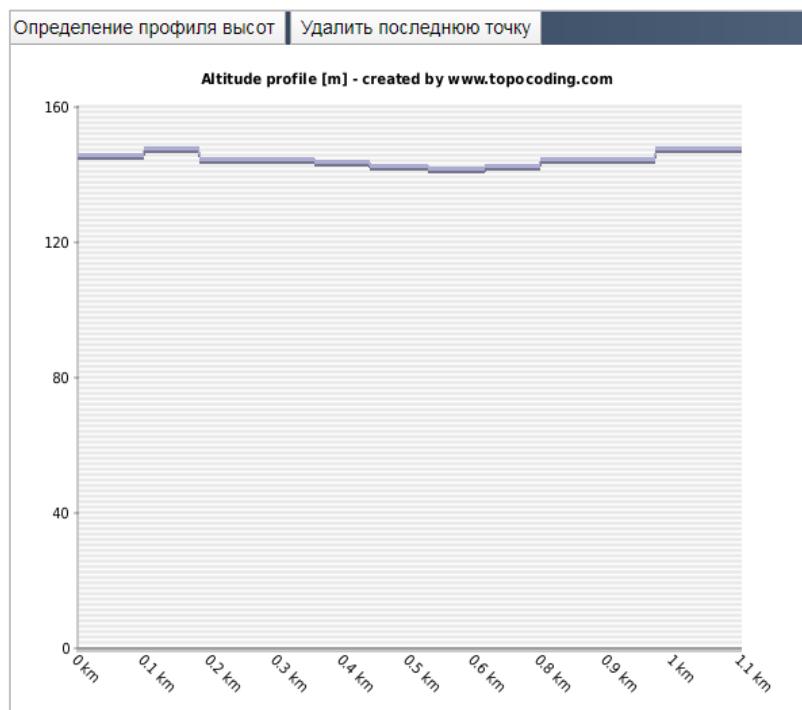


## Приложение 2

## Фрагмент работы программы «Карта для определения высоты местности и профиля высот»

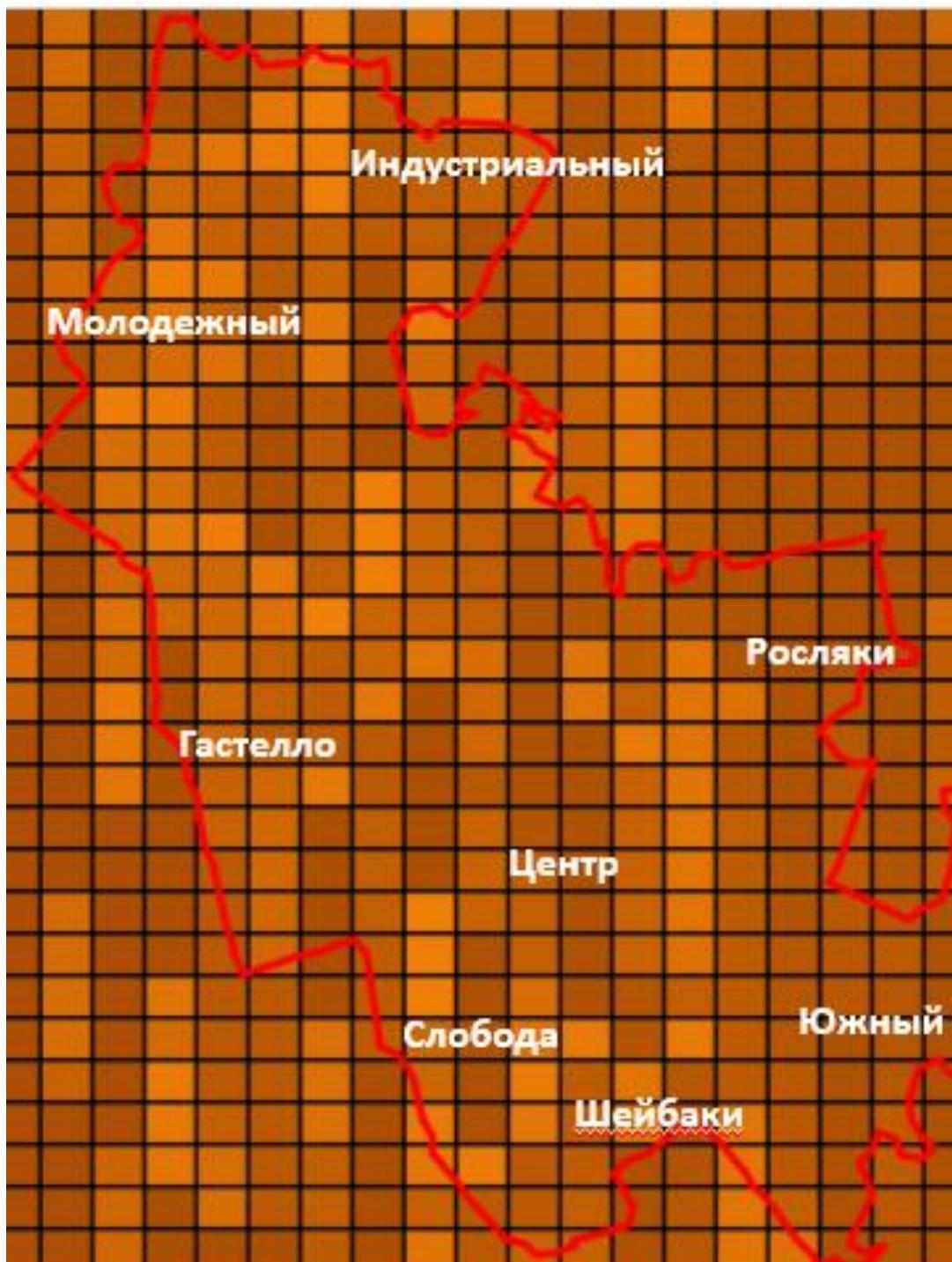


## Построение профиля высот на участке

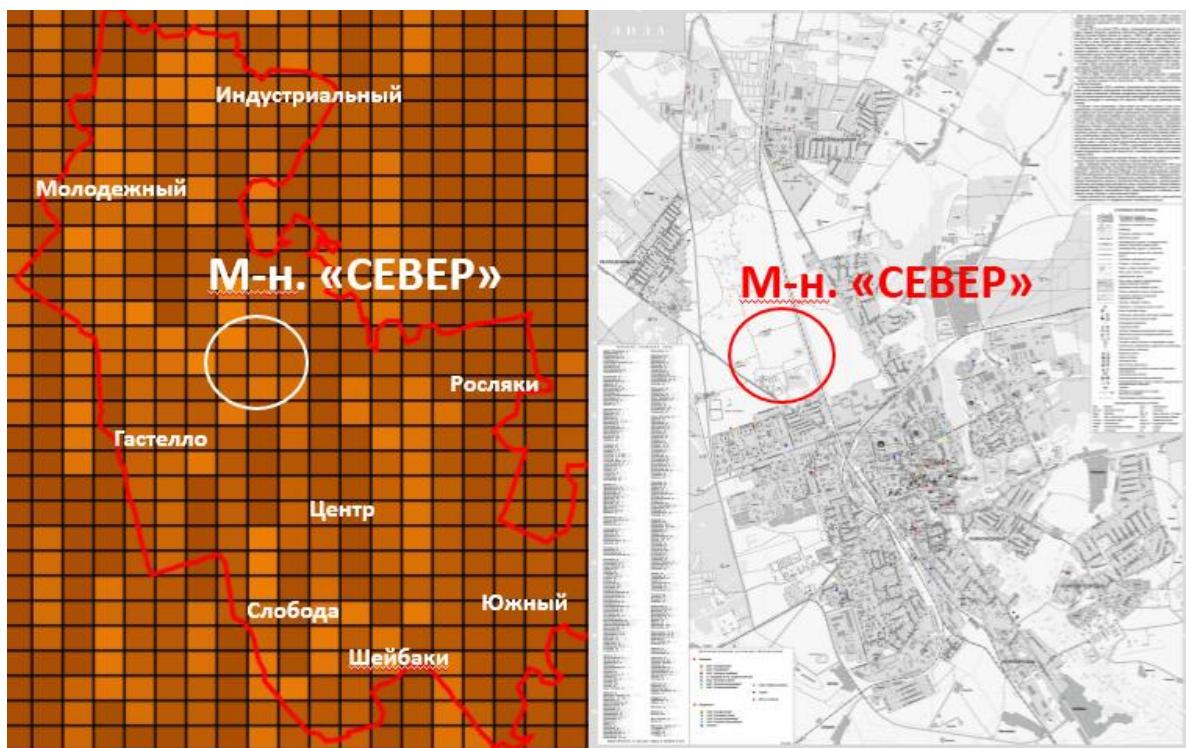


### Приложение 3

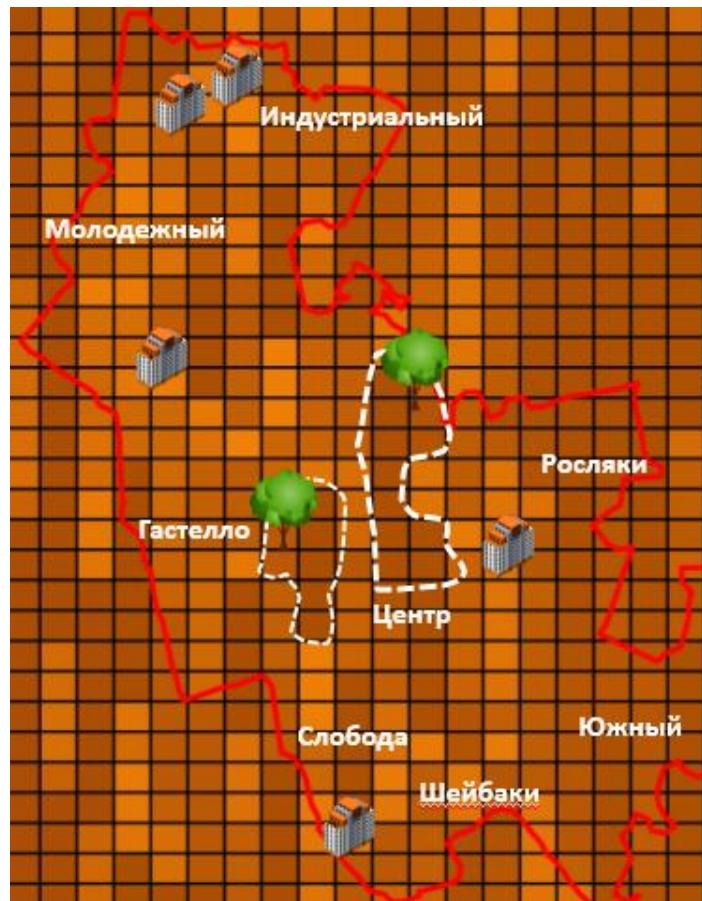
Ката инсоляционного потенциала г.Лиды



Планируемая застройка микрорайона «Север»



Перспективное расположение зон отдыха

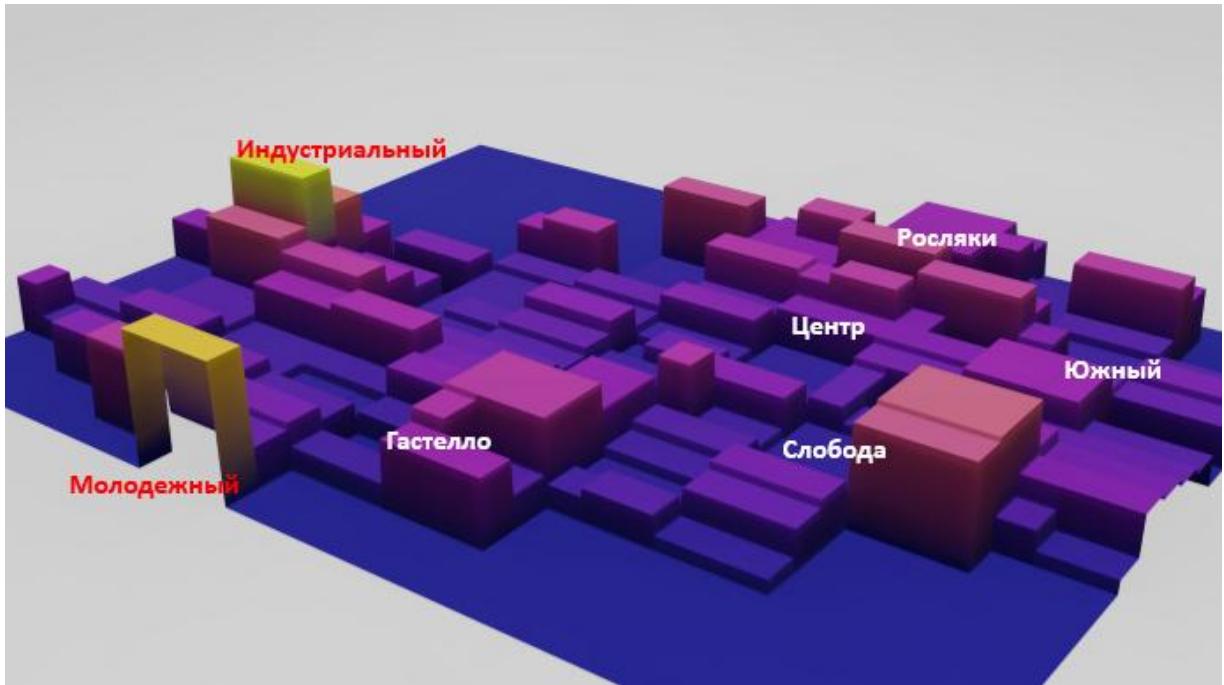


## Приложение 5

Фрагмент результатов работы программы по определению суммарного солнечного потока на поверхность

кв	широта	солнце	наклон	а лучей	Q пад	Q расс	Q общ
к1	53.8602	59.58785	59.58785	0.87313	616.83513	222.70591	839.54104
к1	53.8639	59.58415	59.58415	0.87319	616.86828	222.7136	839.58188
к1	53.8652	59.58285	59.58285	0.87321	616.87992	222.7163	839.59622
и	53.8694	59.57865	59.57865	0.87329	616.91753	222.72502	839.64254
и	53.8751	59.57295	59.57295	0.87338	616.96853	222.73685	839.70538
и	53.8766	59.57145	59.57145	0.87341	616.98195	222.73996	839.72191
з	53.8788	59.56925	59.56925	0.87345	617.00163	222.74452	839.74615
з	53.8832	59.56485	59.56485	0.87352	617.04097	222.75364	839.7946
з	53.8855	59.56255	59.56255	0.87356	617.06152	222.7584	839.81992
ж	53.8873	59.56075	59.56075	0.87359	617.0776	222.76213	839.83974
ж	53.8915	59.55655	59.55655	0.87366	617.11512	222.77083	839.88595
ж	53.8938	59.55425	59.55425	0.8737	617.13565	222.77559	839.91124
е	53.8962	59.55185	59.55185	0.87374	617.15708	222.78056	839.93763
е	53.9009	59.54715	59.54715	0.87382	617.19901	222.79028	839.98929
е	53.9033	59.54475	59.54475	0.87386	617.22042	222.79524	840.01566
д	53.9057	59.54235	59.54235	0.8739	617.24182	222.8002	840.04202
д	53.9104	59.53765	59.53765	0.87398	617.28371	222.80991	840.09363
д	53.9127	59.53535	59.53535	0.87402	617.30421	222.81466	840.11887
г	53.9146	59.53345	59.51163	0.87424	617.38471	222.829	840.21371
г	53.921	59.52705	59.50523	0.87435	617.44161	222.84218	840.2838
г	53.9228	59.52525	59.50343	0.87438	617.45761	222.84589	840.3035
в	53.924	59.52405	59.52405	0.87421	617.40481	222.83798	840.2428
в	53.9294	59.51865	59.51865	0.8743	617.45284	222.84912	840.30196
в	53.9307	59.51735	59.51735	0.87433	617.4644	222.8518	840.3162
б	53.932	59.51605	59.51605	0.87435	617.47596	222.85448	840.33044
б	53.9342	59.51385	59.51385	0.87439	617.49552	222.85901	840.35452
б	53.9354	59.51265	59.51265	0.87441	617.50618	222.86148	840.36766
а	53.9366	59.51145	59.51145	0.87443	617.51684	222.86395	840.38079
а	53.9473	59.50075	59.50075	0.87461	617.61185	222.88597	840.49783
а	53.9485	59.49955	59.49955	0.87463	617.6225	222.88844	840.51094
к1	53.8602	59.58785	59.58785	0.87313	616.83513	222.70591	839.54104
к1	53.8639	59.58415	59.58415	0.87319	616.86828	222.7136	839.58188
к1	53.8652	59.58285	59.58285	0.87321	616.87992	222.7163	839.59622
и	53.8694	59.57865	59.57865	0.87329	616.91753	222.72502	839.64254
и	53.8751	59.57295	59.57295	0.87338	616.96853	222.73685	839.70538
и	53.8766	59.57145	59.57145	0.87341	616.98195	222.73996	839.72191
з	53.8788	59.56925	59.56925	0.87345	617.00163	222.74452	839.74615
з	53.8832	59.56485	59.56485	0.87352	617.04097	222.75364	839.7946
з	53.8855	59.56255	59.56255	0.87356	617.06152	222.7584	839.81992
ж	53.8873	59.56075	59.56075	0.87359	617.0776	222.76213	839.83974
ж	53.8915	59.55655	59.55655	0.87366	617.11512	222.77083	839.88595
ж	53.8938	59.55425	59.55425	0.8737	617.13565	222.77559	839.91124
е	53.8962	59.55185	59.55185	0.87374	617.15708	222.78056	839.93763
е	53.9009	59.54715	59.54715	0.87382	617.19901	222.79028	839.98929
е	53.9033	59.54475	59.54475	0.87386	617.22042	222.79524	840.01566
д	53.9057	59.54235	59.54235	0.8739	617.24182	222.8002	840.04202
д	53.9104	59.53765	59.53765	0.87398	617.28371	222.80991	840.09363
д	53.9127	59.53535	59.53535	0.87402	617.30421	222.81466	840.11887
г	53.9146	59.53345	59.52981	0.87408	617.33174	222.82033	840.15207
г	53.921	59.52705	59.52341	0.87419	617.38871	222.83353	840.22224
г	53.9228	59.52525	59.52161	0.87422	617.40473	222.83724	840.24197
в	53.924	59.52405	59.51405	0.8743	617.43392	222.84275	840.27667
в	53.9294	59.51865	59.50865	0.87439	617.48192	222.85387	840.33579
в	53.9307	59.51735	59.50735	0.87441	617.49347	222.85655	840.35002
б	53.932	59.51605	59.51605	0.87435	617.47596	222.85448	840.33044

Результат работы программы по построению 3D карты инсоляции



Фрагмент участка инсоляционной карты, где размещен Лицей №1 г. Лиды

